

# ENTOMOPHAGA

PUBLICATION  
DE LA  
COMMISSION INTERNATIONALE  
DE LUTTE BIOLOGIQUE  
CONTRE LES  
ENNEMIS DES CULTURES

(C. I. L. B.)

TOME V — 1960

SECRÉTARIAT DE LA REVUE : SERVICE DE PARASITOLOGIE VÉGÉTALE,  
INSTITUT PASTEUR, 25, RUE DU DOCTEUR-ROUX — PARIS (XV<sup>e</sup>)



## SOMMAIRE

## Informations concernant la C.I.L.B.

Activité des groupes de travail : Arbeitsgruppe « Populationsdynamik und biologische Bekämpfung des Kartoffelkäfers » (3. Kolloquium, Berlin, 6. u. 7. Okt. 1959), p. 3; groupe de travail « Pou de San José » (cinquième réunion, Lyon et Antibes 13-15 octobre 1959), p. 5.

Mission G. REMAUDIÈRE au Moyen-Orient, p. 6.

Troisième conférence F.A.O. sur le Sunn Pest, p. 7.

Mémoires originaux  
sur la lutte biologique contre les insectes  
forestiers au moyen des fourmis du groupe  
*Formica rufa* L.

M. PAVAN : Introduction, p. 9. — K. GÖSSWALD & G. SCHMIDT : Neue Wege zur Unterscheidung der Waldameisenformen (*Hymenoptera, Formicidae*), p. 13. — K. GÖSSWALD & W. KLOFT : Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen an Waldameisen, p. 33. — W. KLOFT : Die Trophobie zwischen Waldameisen und Pflanzenläusen mit Untersuchungen über die Wechselwirkungen zwischen Pflanzenläusen und Pflanzengeweben, p. 43. — H. MÜLLER : Der Honigtau als Nahrung der hügelbauenden Waldameisen, p. 55. — H. BRUNS : Über die Beziehungen zwischen Waldvögeln und Waldameisen, p. 77. — R. LANGE : Die systematischen Grundlagen der Waldameisenvermehrung in Deutschland, p. 81.

---

**INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.****ACTIVITÉ DES GROUPES DE TRAVAIL****Arbeitsgruppe « Populationsdynamik und biologische  
Bekämpfung des Kartoffelkäfers »**

(3. Kolloquium, Berlin, 6. u. 7. Okt. 1959)

Die Referate des Kolloquiums behandelten Grundlagenfragen und praktische Probleme. Zu den ersteren gehörte die Erörterung von Frass- und Eiablage-Präferenzen des Kartoffelkäfers unter dem Einfluss vorausgegangener Behandlung (DE WILDE), die Besprechung der Folgen natürlicher Sterblichkeit des Käfers in verschiedenen Landschaften Belgiens (MOENS), sowie ein Referat über die Klimaverhältnisse in der Cotentin (Frankreich) nebst deren Wirkung auf die Vermehrungskraft des Schädling (LE BERRE). Den gesamten Komplex der Sterblichkeitsursachen bei *Leptinotarsa decemlineata* in Ungarn erfasste ein Referat von Jermy, das verlesen wurde. Mit den praktischen Fragen der rationellen Massenzucht einer aus Kanada



importierten Raubwanze (*Perillus bioculatus*) befassten sich Beiträge von FRANZ & SZMIDT sowie von WEGOREK.

In der ausführlichen Diskussion wurden Erfahrungen zu den genannten Themen ausgetauscht, neue Berichte über kanadische Forschungen an Kartoffelkäfer-Feinden vorgelegt und die weiteren Arbeitsziele besprochen, für die nach Ansicht der Tagungsteilnehmer auch weiterhin das Programm bestehen bleiben sollte, das in Gembloux bei der 1. Sitzung 1957 aufgestellt worden war. Als besonders vordringliche Aufgaben sind für die nächste Zeit vorgesehen :

1. Ein Vergleich und eine spätere Vereinheitlichung der Methode bei populationsdynamischen Untersuchungen am Kartoffelkäfer, mit dem Ziel, zu vergleichbaren Resultaten im gesamten Verbreitungsgebiet zu kommen.
2. Untersuchungen der Diapause von *Perillus bioculatus* in ihrer Abhängigkeit von Aussenfaktoren.
3. Eine Fortsetzung der Versuche, importierte *Doryphorophaga*-Arten (*Tachinidae*) in künstlichen Zuchten zu vermehren.
4. Massenzucht und Einbürgerung von *Perillus bioculatus* in verschiedenen europäischen Ländern; hierfür werden bestimmte Grundsätze von allen Teilnehmern akzeptiert. Mit solchen Einbürgerungsversuchen wurde in Wiederaufnahme früherer französischer Aktionen neuerdings in Deutschland begonnen; die Mitarbeit für den kommenden Sommer wurde zugesagt von Fachvertretern aus Belgien, Frankreich, Holland, Italien, Jugoslawien, Polen und Ungarn; Ausgangszuchten in einigen dieser Länder sind bereits angelegt.
5. Für die Ansiedlung der genannten Raubwanze und weiterer einzuführender Entomophagen ebenso wie für die volle Wirksamkeit bereits vorhandener natürlicher Feinde soll die Entwicklung spezifischer Bekämpfungsverfahren des Kartoffelkäfers vorangetrieben werden.
6. Für die Suche nach neuen Feindarten in Amerika soll versucht werden, die Unterstützung internationaler Organisationen zu gewinnen.

(Der vervielfältigte Bericht Nr. 59-6 kann vom Generalsekretariat der C.I.L.B. angefordert werden.)

(Le compte rendu polycopié n° 59-6 peut être demandé au Secrétariat général de la C.I.L.B.)

---

Das nächste Treffen der Arbeitsgruppe findet im Zusammenhang mit dem 11. Internationalen Entomologen-Kongress in Wien am 18. August 1960 statt.

La prochaine réunion du Groupe de travail « Dynamique des popula-



tions et lutte biologique contre le Doryphore » aura lieu le 18 août 1960 à Vienne, à l'occasion du XI<sup>e</sup> Congrès International d'Entomologie.

\* \* \*

### Groupe de travail « Pou de San José »

(Cinquième réunion, Lyon et Antibes, 13-15 octobre 1959.)

Une première prise de contact permet aux spécialistes et participants d'Allemagne fédérale, de Belgique, de France, d'Italie et de Suisse auxquels s'était joint un observateur de l'O.E.P.P., d'écouter et de discuter un rapport général présenté par le Dr. KLETT, de Stuttgart, chargé de la direction de ce groupe de travail de la C.I.L.B.

Des visites de vergers expérimentaux à Saint-Genis-Laval, près de Lyon, puis à Conjux, près du Lac du Bourget, permettent de voir les techniques de lâchers et les méthodes de contrôle de *Prospaltella perniciosi* dans la nature. La discussion des rapports très documentés des spécialistes a lieu le 15 octobre au Laboratoire de Lutte Biologique d'Antibes. La question des espèces *P. perniciosi* et *P. fasciata* est évoquée d'abord pour rappeler le problème important de l'étude des caractères taxonomiques dans le genre *Prospaltella*, et ensuite pour préciser comment les conditions écologiques sont susceptibles de favoriser l'une ou l'autre espèce.

C'est alors le problème de l'expérimentation bioécologique qui est largement développé d'une part du point de vue de l'origine des souches de *Prospaltella perniciosi* et d'autre part du point de vue des différentes Cochenilles-hôtes possibles. A cette question est lié le résultat des prospections et investigations commencées en Italie et en Yougoslavie et qui doivent être poursuivies. Des prospections réalisées en Extrême-Orient soviétique présenteraient probablement un grand intérêt scientifique.

Bien que les autres parasites de *Quadraspidiotus perniciosus* n'aient pas été négligés, le groupe de travail a décidé d'accorder toute son attention en priorité à la multiplication et aux lâchers expérimentaux des différentes souches de *Prospaltella perniciosi*. Cet objectif nécessite :

- La mise au point de nouvelles méthodes d'élevage de l'hôte.
- La répartition des tâches de multiplication entre les laboratoires européens intéressés pour éviter de perdre l'une ou l'autre souche et faciliter la comparaison du comportement biologique et écologique des différentes souches.
- Le choix d'une méthode d'échantillonnage en verger expérimental commune pour tous les spécialistes, afin de permettre en 1960 une interprétation judicieuse et comparable des résultats obtenus dans les différents pays.

En conclusion, le Président et le Secrétaire général, présents aux travaux de ce groupe très actif de la C.I.L.B. ont invité ce dernier à envisager une plus grande extension des travaux de multiplication et de lâchers, sous le double contrôle scientifique des spécialistes de cette question et de ceux du groupe de Taxonomie des Entomophages. Puis ils ont proposé un point de résolution remerciant certains pays de l'effort qu'ils fournissent en développant ces études, et engageant les autres pays intéressés à souscrire leur contribution pour aider à la réalisation pratique du programme de ce groupe de travail.

P. G.



## MISSION G. REMAUDIÈRE AU MOYEN-ORIENT

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O.) a été sollicitée par différents pays du Moyen-Orient pour rechercher, à l'échelle régionale, la solution du grave problème posé par les punaises des céréales (Sunn Pest).

Dans le cadre de ce projet, une mission d'enquête a été confiée en 1959 à M. REMAUDIÈRE dans les pays suivants : Afghanistan, Iran, Liban, République Arabe Unie (province syrienne) et Turquie. Cette mission avait pour buts de faire le point de la situation, de confronter les connaissances acquises dans chaque pays et les méthodes de protection déjà réalisées par certains d'entre eux.

Un important résultat de cette enquête a été la reconnaissance des différents points sur lesquels les recherches devront être réalisées en priorité.

La prévention des pullulations de punaises peut être envisagée par trois méthodes :

- 1<sup>o</sup> La lutte chimique : elle est actuellement applicable à grande échelle; son succès dépend seulement du soin que l'on apporte à la surveillance des cultures infestées, mais son coût élevé est rarement compatible avec le faible rendement des cultures.
- 2<sup>o</sup> Les méthodes culturales : en culture non irriguée, l'orge échappe généralement, par sa précocité, aux attaques du Sunn Pest et certaines variétés de blé hâtives seraient peu attaquées. Une enquête, puis des recherches seront développées dans ce sens.
- 3<sup>o</sup> La lutte biologique : elle est pratiquée avec succès dans l'un des foyers de l'Iran (ZOMORRODI, *Rev. Path. vég. Ent. agr. Fr.*, 38, 1959). Le développement de la méthode à plus grande échelle se heurte à des graves difficultés d'approvisionnement en œufs de punaises nécessaires à la production des hyménoptères parasites;

pour pallier ces difficultés on envisage la réalisation d'élevages permanents de punaises. Des travaux vont être réalisés pour connaître l'espèce de Pentatomide la plus apte à fournir des œufs qui permettront de produire des hyménoptères parasites doués des qualités nécessaires à l'obtention d'un haut degré de parasitisme des pontes d'*Eurygaster* dans les cultures où ils seront relâchés. Parallèlement, des études sont poursuivies pour la mise au point des conditions de stockage des œufs et des parasites avant leur utilisation.

Un programme des recherches à poursuivre dans les différents pays pour le développement de la lutte biologique et des méthodes culturales a pu être mis au point. La coordination de ces recherches sera facilitée par la récente création, par la F.A.O., d'un centre d'Information et de Documentation sur le Sunn Pest sous la responsabilité de M. A.S. BALACHOWSKY, à l'Institut Pasteur de Paris.



## TROISIÈME CONFÉRENCE F.A.O. SUR LE SUNN PEST (Meknès, 20-27 septembre 1959)

La troisième conférence organisée par la F.A.O. sur le Sunn Pest a réuni au Maroc les délégués de la plupart des pays intéressés au problème des punaises des céréales.

Cette importante conférence a adopté un vaste programme de recherches dans lequel le développement de la lutte biologique contre les punaises des céréales occupe une place primordiale. L'inventaire et l'expérimentation des parasites de Pentatomides vont être intensifiés, tandis que les méthodes de production massive d'œufs de punaises seront reprises sur des bases nouvelles.

Certaines parties de ce programme seront conduites en collaboration avec certains groupes de travail de la C.I.L.B. (rappelons que la C.I.L.B. bénéficie du statut consultatif de la F.A.O.). Ainsi l'identification des hyménoptères parasites des œufs de punaises sera réalisée avec le Centre d'identification de la C.I.L.B. qui entreprendra la révision de certains genres.

De même, les perturbations causées dans la faune auxiliaire par les traitements chimiques réalisés à grande échelle contre le Sunn Pest seront étudiées en liaison avec le groupe de travail de la C.I.L.B. récemment créé sous la responsabilité du Dr. DE FLUITER.

Parmi les résolutions adoptées à l'issue de cette conférence, nous rappellerons ici les deux suivantes qui intéressent particulièrement la C.I.L.B. :

— *For the purpose of obtaining comparable identifications of Sunn Pest parasites, the Meeting recommended that the Information and Documentation Centre suggest to interested governments a specialist in systematic for each group of insects within the scope of the Identification Service of the International Commission on Biological Control.*

— *The Meeting recommended that Morocco participate in the C.I.L.B. working party established to study the influence of chemical treatments employed against the Sunn Pest on faunal equilibrium.*

MÉMOIRES ORIGINAUX  
SUR LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES INSECTES  
FORESTIERS AU MOYEN DES FOURMIS DU GROUPE  
*Formica rufa* L.

INTRODUCTION

BY

Mario PAVAN

---

The Executive Bureau of the C.I.L.B. has entrusted me with the job of organizing the collaboration of experts in illustrating the various aspects of the problem of the biological control of damage making forest insects, by means of the Ants of the *Formica rufa* group. The subject, already known for many years, has had successful phases which have demonstrated its scientific importance and practical value. Up to now nobody has brought forward any serious objections to the practical use of this species in the struggle against insects pests to forest.

The known species of the *Formica rufa* group which are useful in biological control are *Formica lugubris* ZETT., *aquilonia* YARR., *rufa* L., *polycтена* FÆRST. which have ample European diffusion. Another species of the same group, *Formica nigricans*, not essentially forestal, has not the same significance because, in some cases, it has manifested damaging aspects to crops. In some countries (for example England and Italy) the range of various species are known. In other countries it will be the task of research in the next few years to bring deeper knowledge of such a fundamental aspect.

The data that are known about the systematic and biology of the *Formica rufa* group, make it likely that there will be new increases in knowledge in the next few years. The need for a deeper and wider systematic research, based on biology and assisted by the most modern methods of research, not exclusively morphological, is evident.

From the point of view of the importance of these ants for the defence of the woods, we have at our disposal very important references, especially thanks to the researche of many German Schools. An accurate census of the natural populations of the Italian Alps



(52 000 km<sup>2</sup>), carried out with the co-operation of 1 500 agents of the State Forestal Corps, has made known the existence of more than a million nests of the four useful species, and it is calculated that these have a population of 300 000 000 000 workers. These workers could destroy 14 400 000 kg of insects mostly damaging to forests, in an annual period of activity of two hundred days.

The field of beneficent activity of these ants in the defence of forests, however, has fairly strong limitations due to ecological requirements and to the characteristic behaviour of the various species and of their races. Their ecological characteristics tend towards the south of the range to colonize naturally high mountainous zones. Their characteristic behaviour limits, their forestal usefulness to very important but well defined economic fields. In conclusion these ants should not be considered as a miraculous element but as a equilibrating factor in the relations between numerous species of insects and certain forest plants, above all, conifers.

Natural ecological limitations can be overcome, within certain limits (at least in the case of certain species) and to demonstrate this, the true results of climatization obtained in Germany in the natural range of single species (in particular *Formica polyctena*) can be mentioned, and also in Italy with the artificial extension of the natural Alpine diffusion of *Formica lugubris* for almost 600 km towards South.

It seems most important that the study of ants of the *Formica rufa* group continues in every section in a profitable general co-operation that will overcome not only the barriers of political confines of single nations, but also of continents.

I am grateful to the C.I.L.B. who by authoritative instigation encouraged us to collect data, shown by the series of contributions which we present. I thank my eminent colleagues Bruns, Lange, Gösswald, Kloft and Schmidt who have collaborated with us with the excellent works presented in this volume. In England, Holland, Belgium, France, Germany and Italy the problem is actively studied, and in numerous other countries it is attentively followed. The basis for an international co-operation exists and it is partly established. The next goal will be to achieve, also under the auspices of the C.I.L.B., a co-ordination of the common forces to obtain a minimum loss of effort, and better general success, and to realize within the range of common laws which are being created for the organization of the new Europe, a general law which protects the useful species of the ants of the *Formica rufa* group against every damage and destruction (1).

(1) In order to realize a profitable international co-operation, the C.I.L.B. has charged the writer to found an International Centre in Pavia for the study of the problem of the biological control by means of the ants of the *Formica rufa* group.



In the name of Italy, whom I have the honour to represent at the C.I.L.B. as delegate of the Forestry Administration, I am happy to be able to communicate through « Entomophaga » that our country intends to open a list of those willing to take part in a wider collaboration in all sections with every other country and organization (1).

(*Cattedra di Entomologia Agraria dell'Università di Pavia, Italia.*)

(1) As an act of collaboration, which also demonstrates the high estimation in which C.I.L.B. is held and the value attributed to its aims, the Italian Forest Administration offers to all adherents of C.I.L.B. and subscribers to « Entomophaga » a copy of a recent publication (M. PAVAN, 1959. — Attività italiana per la lotta biologica con Formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. — *Ministero Agricoltura e Foreste*, Collana Verde, 4, 1-80) which summarizes the last ten years of scientific and practical italian activity in the field of the biological control by means of the ants of the *Formica rufa* group.



# NEUE WEGE ZUR UNTERSCHIEDUNG DER WALDAMEISENFORMEN (*HYMENOPTERA, FORMICIDAE*)(\*)(\*\*)

VON

Karl GÖSSWALD und Gerhard SCHMIDT

## A. Einleitung.

### I. ALLGEMEINES.

Die morphologische Unterscheidung von untergeordneten systematischen Kategorien begegnet manchmal erheblichen Schwierigkeiten. Zunächst kann es sehr schwer sein festzustellen, ob es sich in Fällen mit fluktuierenden Verschiedenheiten im Habitus um Arten oder Rassen handelt. An einem Standort eindeutig erscheinende Arten können nach Untersuchung sehr vieler Standortherkünfte ein sehr uneinheitliches Bild ergeben. Es gibt auch Fälle, in denen die morphologische Unterscheidung bisher völlig versagt hat.

*Unter den Ameisen ist die Formica rufa-Gruppe gerade wegen der Schwierigkeit einer morphologischen Charakterisierung ein solcher besonders interessanter Fall.* Ihre Systematik war bei den Myrmekologen Mitteleuropas bis in die Jetztzeit nach dem System von FOREL ausgerichtet, dessen Verdienste um die Ameisenforschung nicht genug hervorgehoben werden können. Wie die meisten Myrmekologen bauten auch die Deutschen weiter auf der Systematik FORELS; jedoch ergab sich bei dem Ziele, Waldameisen zur Unterdrückung von Schadinsekten zu vermehren, die zwingende Notwendigkeit auf biologische Verschiedenheiten zu fassen (GÖSSWALD, 1941); denn ein praktischer Erfolg der Waldameisenvermehrung ist nur mit einer als sehr polygyn und polydom erkannten Ameisenform, evtl. auch noch mit einer oligogynen Form zu erzielen. Leider war es seinerzeit durch kriegsbedingte und andere äussere Schwierigkeiten nicht möglich, die in ausländischen Sammlungen zerstreuten Typen zu

(\*) Herrn Universitäts-Professor Dr. A. REICHENSPERGER zu seinem 80. Geburtstag gewidmet!

(\*\*) Die Arbeit wurde 1957 abgeschlossen und am 29.4.58 zum Druck eingereicht. Inzwischen sind neuere Aufsätze erschienen (vgl. Literaturnachtrag).



vergleichen und einschlägige Literatur zu beschaffen. In der Nachkriegszeit mussten nach dem Verlust des gesammelten, sehr umfangreichen Waldameisenmaterials vorrangig Aufbauarbeiten durchgeführt werden, aber allmählich kam wieder aus zahlreichen Standorten des In- und Auslandes (über 3 500 Bestimmungsproben aus verschiedenen Nestern vieler Herkunft) wenigstens soviel Untersuchungsmaterial zusammen, dass ein vorläufiger Überblick mit allem Vorbehalt der Einbeziehung weiterer Faunengebiete möglich erscheint.

Bereits bei den ersten auf biologischen Merkmalen fussenden Veröffentlichungen wurde von K. GÖSSWALD eine *Grosse Rote Waldameise* (*Formica rufa rufa* L.), eine *Mittlere Rote Waldameise* (*Formica rufopratensis major*) sowie eine *Kleine Rote Waldameise* (*Formica rufopratensis minor*) mit verschiedenen Formen und eine *Wiesenameise* (*Formica rufa pratensis* RETZ.) durch die genannten «Arbeitsnamen» unterschieden; denn in der Forstpraxis ist es notwendig, diese im Nestbau und Aussehen sehr ähnlichen Formen zu differenzieren, da aus biologischen Gründen die Grosse Rote Waldameise und die Wiesenameise eindeutig aus dem Kreis der zu vermehrenden Formen ausgeschieden werden mussten. Die Mittlere Rote Waldameise wurde bedingt für besonders ungünstige ökologische Verhältnisse als zur Vermehrung geeignet erklärt. Diese Unterscheidung hat sich bis heute, wie die praktischen Erfolge gezeigt haben, bestens bewährt. Jedoch sind wissenschaftlich gesehen diese «Arbeitsnamen» auf die Dauer nicht befriedigend.

Inzwischen wurde in Zusammenarbeit mit Systematikern die schon früher erkannte Notwendigkeit einer Revision der Gattung *Formica* bestätigt. Eine wesentliche Stütze zur Diagnose der Waldameisenformen bieten nun die in unserem Institut für die Ameisen von G. SCHMIDT auf papierchromatographischer Basis erarbeiteten biochemischen Methoden, auf die in dieser Veröffentlichung im Zusammenhang mit neueren morphologischen, biologischen und systematischen Ergebnissen Bezug genommen werden soll.

## II. UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND METHODEN.

Als Untersuchungsobjekte dienten Arbeiterinnen der Waldameisen und verwandte Formen aus vielen Gegenden des deutschen Bundesgebietes, Hollands und Italiens.

Zusätzlich zu den Sammelproben, die sich meist aus mindestens 100 Arbeiterinnen zusammensetzten, wurden seit einigen Jahren Serien bestehend aus mindestens 500 Arbeiterinnen angelegt, um zahlreiches Material zur Auswertung unter den verschiedensten Gesichtspunkten und zur Aufteilung nach Grössenklassen zur Verfügung zu haben. Neben morphologischen und biologischen Untersuchungen wurden mit Tiermaterial gleicher Herkunft biochemische Untersuchungen durchgeführt.

Speziell zur morphologischen Auswertung legten wir folgende

Gesichtspunkte zugrunde : Beziehungen zwischen Breite, Länge und Höhe des Thoraxes, Grösse der Tiere, Färbung und Behaarung von Kopf, Thorax, Schuppe und Vorderextremitäten. Reihenuntersuchungen von Mandibeln, Kiefern- und Lippentaster sind noch nicht abgeschlossen.

Von jeder Probe wurde auch der Fundort festgehalten mit Eigenart des Nestbaues, Nestzahl, evtl. Königinnenzahl usw., wobei im Hinblick auf die Methodik der biologischen Differenzierung und die der Adoptionsversuche auf frühere Arbeiten verwiesen werden muss (vgl. GÖSSWALD, K., 1938-1952).

Zur biochemischen Analyse wurden jeweils 400 mg Tiermaterial mit Methanol/1 % wässr. Ammoniak extrahiert, auf ein Volumen von 5 ml aufgefüllt und dann von der Lösung jeweils 0,3 ml auf Filtrier-papier zur zweidimensionalen Chromatographie aufgetragen. Eine genaue Beschreibung der chromatographischen Technik wurde an anderer Stelle gegeben (G. SCHMIDT, 1958). Die nachstehenden Ergebnisse fassen auf der Analyse fluoreszierender Substanzen, wie sie auch von der Schule von HADORN und KÜHN (1954-1957) u. a. zur Unterscheidung von Rassen und Arten angewendet wurden. Über die chemische Struktur dieser Substanzen ist noch wenig bekannt; VISCONTINI und Mitarbeiter (1955-1957) konnten nach papierchromatographischer Isolierung Substanzen mit Pterincharakter feststellen. Zur Aufklärung der phylogenetischen Zusammenhänge bei Ameisen ist auch von unserer Seite diesbezügliche Grundlagenforschung in Angriff genommen. Zur Ergänzung dieses qualitativen Verfahrens wird auf Grund der Fluoreszenzstärke der auf dem Papier sichtbaren Flecken eine halbquantitative Auswertung angestrebt.

## B. Ergebnisse zur Unterscheidung der Waldameisenformen.

### I. MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN.

Aus den bereits vorliegenden Ergebnissen sollen hier nur solche herausgegriffen werden, die sich mehr oder weniger eindeutig mit der morphologischen Analyse der um die moderne Systematik der *Formica*-Gruppe besonders verdient gemachten Spezialisten BETREM (1953) und YARROW (1955) vergleichen lassen (\*).

In der folgenden Tabelle sind zunächst die mit unseren Arbeitsnamen belegten, nach der morphologischen Analyse mit der Systematik der obengenannten Autoren übereinstimmenden Formen der bearbeiteten Ameisen zusammengefasst, um eine Diskussionsgrundlage zu ermöglichen.

Die nachfolgenden Skizzen in Abb. 1 fassen unsere auf die erwähnten Formen bezogenen morphologischen Ergebnisse zusammen.

Wie Tab. 1 und Abb. 1 und 3 zeigen, bereitet die Einstufung der Mittleren Roten Waldameise in ältere und die Systeme von BETREM und YARROW Schwierigkeiten.

Wahrscheinlich wird die Grosse Rote Waldameise als *F. piniphila*

(\*) Den Herren Kollegen Dr. BETREM (Deventer, Duymaer van Twiststraat 51) und Dr. YARROW (Department of Entomology, British Museum, Cromwell Road, London) sind wir für die freundliche Unterstützung bei der systematischen Bearbeitung der *Formica*-Gruppe zu grösstem Dank verpflichtet. Ebenso danken wir allen Kollegen, besonders Herrn Dr. ANDROIC (Zagreb), Prof. Dr. BISCHOFF (Berlin), Dr. ELTON (Arnhem), Dr. HÖLLDÖBLER (Ochsenfurt), Dr. KUTTER (Flawil), Dr. LANGE (Wittental), Prof. Dr. PAVAN (Pavia), Dr. STUMPER (Esch) sowie den zahlreichen Forstämtern für die freundliche Zusendung von Material und wertvolle Hinweise.

bzw. *F. rufa* L. (nach YARROW, 1955) zu bezeichnen sein. Bei Zugrundelegung der früher aufgestellten Bestimmungstabellen (GÖSSWALD, 1941 und 1951) und auf Grund neuerdings mit noch grösserem Vergleichsmaterial gewonnenen morphologischen Ergebnissen lassen sich zwischen den beiden Formen doch eindeutig Unterschiede erkennen, die ihre Stütze finden in den noch wesentlich eindeutigeren biologischen Verschiedenheiten und nachfolgenden biochemischen Eigenschaften.

ABB. 1. — Grössen- und Beborstungsunterschiede bei den bearbeiteten Formica-Arten bei 16facher Lupenvergrößerung (\*).

A. *F. rufopratensis minor* GÖSSW. — B. *F. rufopratensis major* GÖSSW. — C. *F. rufa pratensis* RETZ. — D. *F. rufa rufa* L.

(\*) Fräulein T. FENZL danken wir für die zeichnerische Darstellung aller Abbildungen.

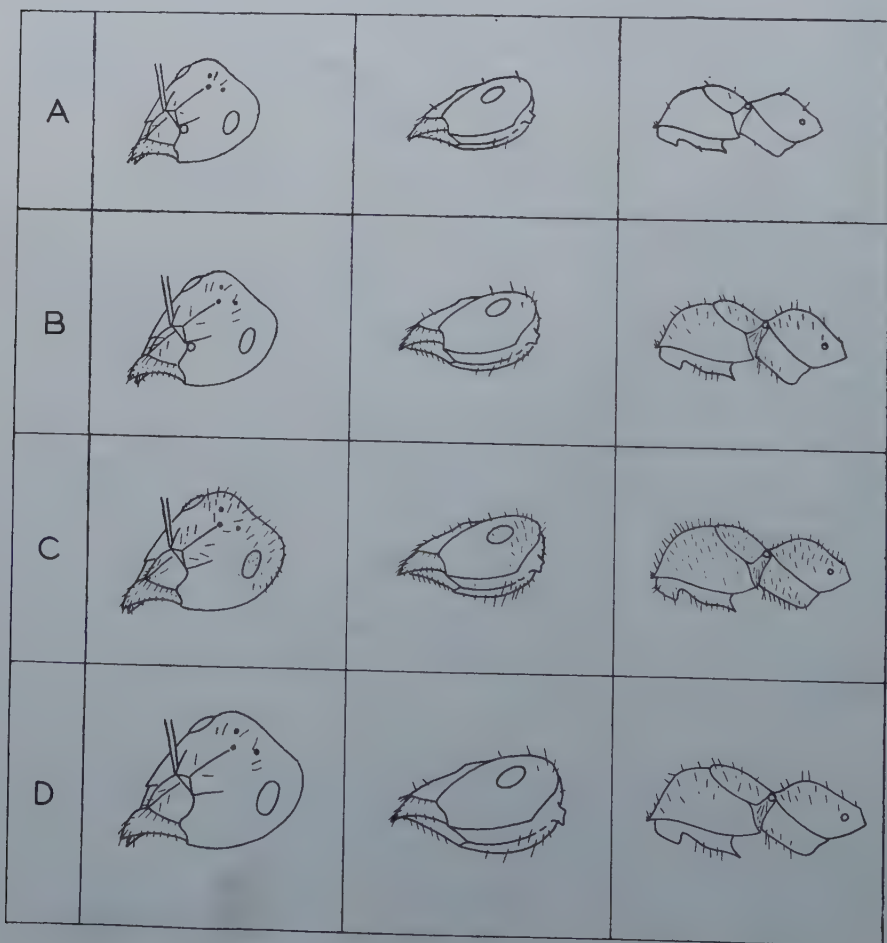
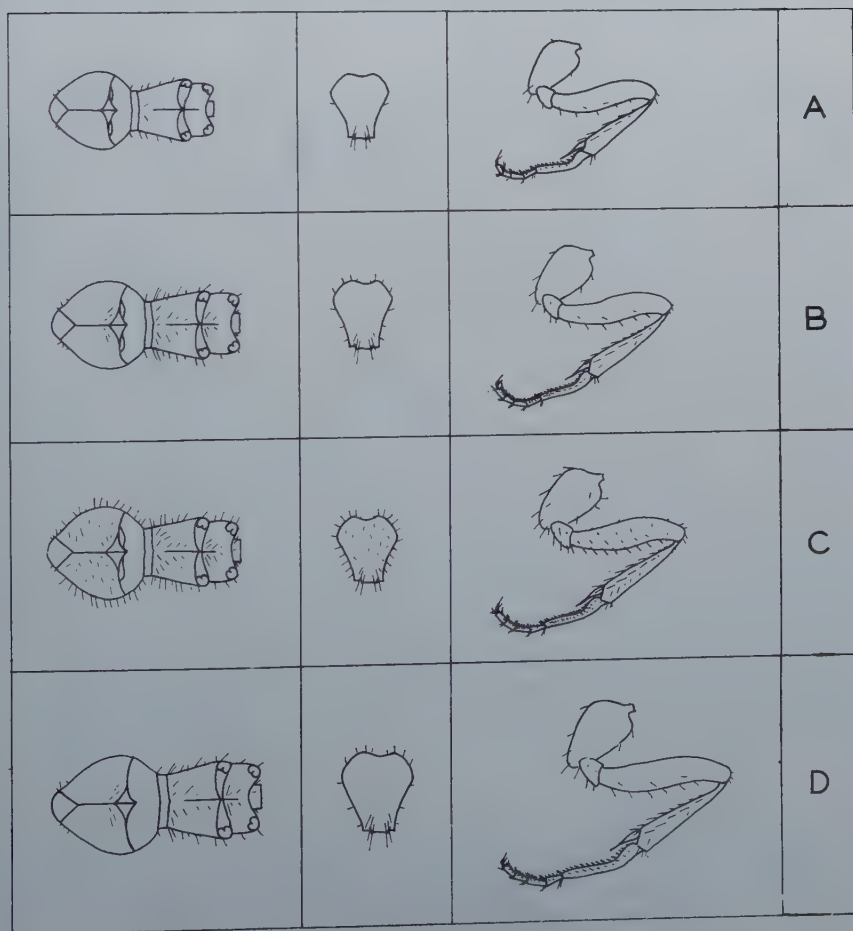




TABELLE 1 : Synonyme Bezeichnungen in den Systemen von

FOREL 1874	BONDROIT 1918	BETREM 1953	YARROW 1955	GÖSSWALD 1941
<i>F. rufa</i> <i>r. rufa</i> p. p.	<i>F. piniphila</i> SCHENK. 1852	<i>F. major</i> NYL. 1849	<i>F. rufa</i> L. 1761	<i>F. rufa rufa</i> L. 1761
<i>F. rufa</i> <i>r. rufa</i> p. p.	<i>F. polyclena</i> FÖRST. 1850	<i>F. polyclena</i> FÖRST. 1850	—	<i>F. rufopratenis</i> <i>minor</i>
<i>F. rufa</i> <i>r. rufa</i> p. p.	—	—	—	<i>F. rufopratenis</i> <i>major</i>
<i>F. rufa r.</i> <i>rufopratenis</i> FOREL p. p.	<i>F. rufa</i> L. 1758	<i>F. rufa</i> L. 1768	<i>F. lugubris</i> ZETT. 1840	<i>F. lugubris</i> ZETT. 1850
<i>F. rufa r.</i> <i>pratensis</i> RETZ. 1783	<i>F. pratensis</i>	<i>F. congerens</i> NYL. 1846	<i>F. nigricans</i> EM. 1909	<i>F. rufa</i> <i>pratensis</i> RETZ. 1783



Besonders wichtig erscheint es uns, auf die unterschiedliche Thoraxform von *F. rufa rufa* L. und *F. rufopratensis major* Gössw. (\*) hinzuweisen. Während der Thorax der ersteren relativ länger und flacher ist, ist der der letzteren Form gedrungener und weist grosse Ähnlichkeiten mit der Thoraxform von *F. lugubris* ZETT. auf. Zwar ergibt ein statistischer Vergleich des Index  $1/h^1$  (vgl. Abb. 2) keine

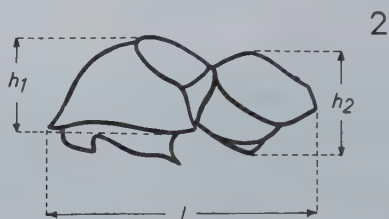


ABB. 2. — Schematische Darstellung des Thoraxes mit den zur statistischen Berechnung verwendeten Massen.

signifikante Differenz in den Thoraxmassen (zu wenig Material, je 10-20 Tiere), jedoch liess sich die vorstehend erwähnte Formverschiedenheit des Thorax bei Berücksichtigung der vorderen ( $h^1$ ) und hinteren ( $h_2$ ) Thorax-Höhe zahlenmässig sichern.  $h^2$  ist bei beiden *Formica*-Formen fast immer grösser als  $h_1$ , die Differenz zwischen diesen beiden Thoraxhöhen ist jedoch bei *F. rufa rufa* L. durchschnittlich grösser als bei *F. rufopratensis major* Gössw. Dieser Befund wurde zunächst mit Hilfe des  $\chi^2$ -Testes überprüft, wobei sich eindeutig ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Arten ergab ( $0,01 > P > 0,001$ ). Innerhalb der Arten ist die Differenz  $h_2-h_1$  auf Grund statistischer Berechnung von der Thoraxlänge unabhängig. Wir haben daher den Index  $h_2/h_1$  variationsstatistisch überprüft und auch von dieser Seite her einen eindeutig gesicherten Unterschied zwischen *F. rufa rufa* L. und *F. rufopratensis major* Gössw. gefunden (Tab. 2).

Vergleicht man bei den beiden genannten Formen die Grössenverteilung im Nest und die Pigmentierung auf dem Thorax nach dem Schema von YARROW (1955) und LANGE (1954 und 1956), so sind einerseits bei *F. rufa rufa* L. wesentlich mehr Tiere bei den grossen Grössenklassen einzuordnen als bei *F. rufopratensis major* Gössw. (vgl. auch LANGE, 1954), andererseits ist die Ausdehnung des dunklen Pigments auf dem Thorax bei ersterer eindeutig durchschnittlich geringer als bei letzterer (vgl. Abb. 3 a und b). Ausserdem ist die Thorax-

(\*) Unglücklicherweise ist es nicht möglich gewesen, einwandfreies Material von *major*-Nestern aus der Umgebung von Eberswalde zu bekommen, die zur Aufstellung des Typs Veranlassung gaben. Es kann daher nicht zuverlässig gesagt werden, dass die nunmehr als *major* bezeichnete Form, die bezüglich Grösse und Färbung der Eberswalder *major* am nächsten steht, tatsächlich mit ihr identisch ist. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich um eine weitere besondere Form handelt.

TABELLE 2 : Vergleich der Indices der Thoraxhöhen zwischen *F. rufa* rufa L. und *F. rufopratensis* major GÖSSW (\*).

	n	Index $h_2 : h_1$ $M \pm m$	$\sigma$	Fundorte
<i>F. rufa rufa</i> L.	159	$1,223 \pm 0,002$	0,034	Umgebung Würzburg (Neuhof, Werneck, Gramschatz), Spessart (Mariabuchen), Karlsruhe.
<i>F. rufopratensis</i> major GÖSSW.	78	$1,093 \pm 0,009$	0,077	Umgebung Würzburg (Neuhof, Gramschatz), Eberswalde, Arnhem (Niederlande).

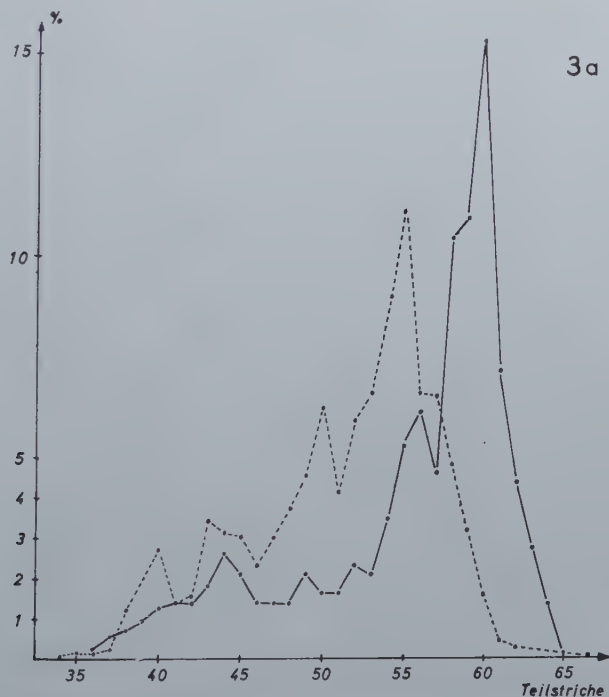

 ABB. 3. — Vergleich der Grössenverteilung und Thoraxpigmentierung bei Arbeiterinnen von *F. rufa rufa* L. (—) und *F. rufopratensis* major GÖSSW. (-----) bei 20facher Lupenvergrößerung; 20 Teilstriche auf der Abszisse entsprechen 1 mm Thoraxlänge. Anzahl der gemessenen Tiere bei *F. rufa rufa* L. : 714, aus Umgebung Würzburg (Werneck, Gramschatz) Spessart (Neuhof, Mariabuchen), Karlsruhe, Greven i. Westf. und bei *F. rufopratensis* major GÖSSW. : 1 586, aus Umgebung Würzburg (Gramschatz), Spessart (Neuhof), Nürnberger Reichswald (Leinburg, Sollach), Eberswalde, Pfaffenhofen (Oberpfalz).

ABB. 3 a. Grössenverteilung.

(\*) Für die Mitarbeit bei der statistischen Auswertung und beim Ausmessen der Pigmentierung und Grössenklassen sind wir den Herren Priv.-Dez. Dr. W. KLOFT, stud. med. vet. et rer. nat. U. DÜRR und stud. rer. nat. U. PRAETORIUS zu Dank verpflichtet.

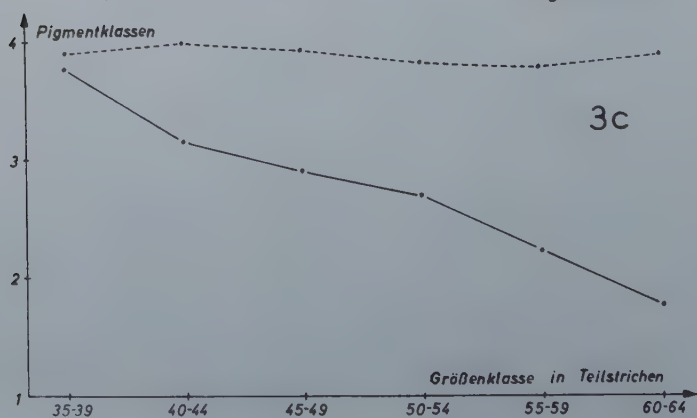
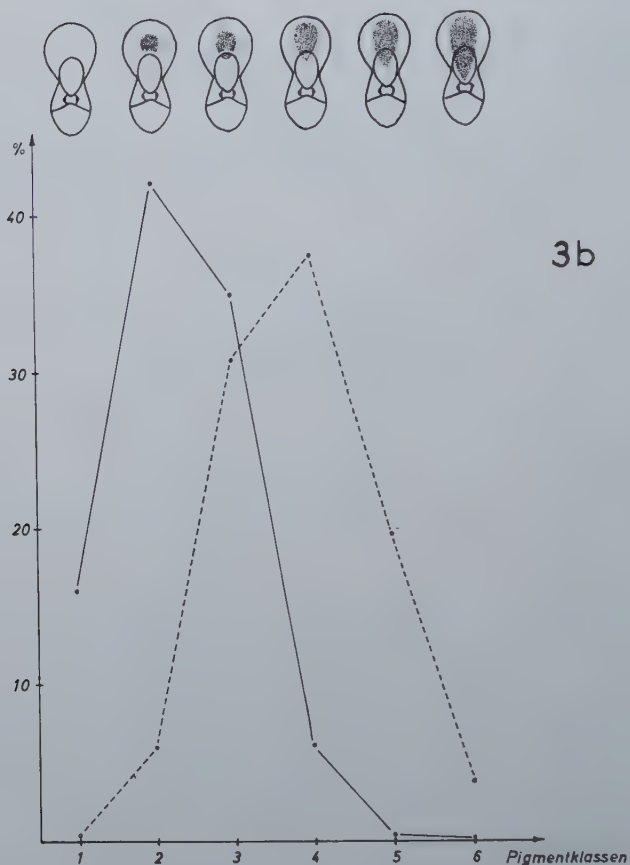


ABB. 3 b. Thoraxpigmentierung, nach JARROW (1955) dargestellt,

ABB. 3 c. Thoraxpigmentierung in Abhängigkeit von der Thoraxlänge der untersuchten Tiere, dargestellt sind die Mittelwerte, der auf der Abzisse aufgetragenen Größenklassen.



färbung der *F. rufa rufa* L. im allgemeinen heller und auch innerhalb der gleichen Pigmentklasse der Fleck nicht so ausgedehnt wie bei *F. rufopratensis major* GÖSSW. Auffallend ist auch, dass die Thoraxpigmentierung bei *F. rufa rufa* L. wesentlich stärker von der Grösse abhängig ist als bei der Mittleren Roten Waldameise (Abb. 3c).

Die Kleine Rote Waldameise ist wohl mit *F. polyctena* FÖRST. zu identifizieren. Ob *F. rufa pratensis* RETZ mit *F. congerens* NYL. bzw. *F. nigricans* EM. übereinstimmt lässt sich nicht entscheiden.

## II. BIOLOGISCHE VERSCHIEDENHEITEN.

Auch in biologischer Hinsicht lassen sich die einstweilen herausgestellten 4 Formen begründen. Die Polygynie und Polydomie der Kleinen Roten Waldameise steht im Gegensatz zur Monogynie und Monodomie der grossen Form; näheres wurde früher schon eingehend erläutert (GÖSSWALD, 1941). Wesentlich erscheint zusätzlich der Gegensatz zwischen der Bildung von Tochternestern bei der Kleinen Roten Waldameise gegenüber dem Sozialparasitismus der Grossen Roten Waldameise. Auf Grund der Monogynie und Polygynie ist auch eine grundlegend verschiedenartige Verhaltensweise der Arbeiterinnen gegen junge begattete Weibchen, wie ebenfalls früher dargelegt wurde, zu beobachten. Ebenso sind Ergebnisse veröffentlicht worden über das verschiedene Verhalten einerseits der Hilfsameisen (*Serviformica*) gegen Weibchen der beiden Waldameisenformen und andererseits der Weibchen gegenüber Hilfsameisen (GÖSSWALD, 1951). Über viele weitere biologische Besonderheiten vergleiche die einschlägigen Veröffentlichungen. Auch die Tatsache, dass Weibchen der Grossen Roten Waldameise in Übereinstimmung mit der anfänglichen sozialparasitischen Lebensweise erst in dem der Begattung nachfolgendem Jahr zur Eiablage schreiten, während die Weibchen der Kleinen Roten Waldameise bereits etwa 14 Tage nach dem Hochzeitsflug mit der Eiablage beginnen, unterstreicht den Gegensatz, der zwischen der sozialparasitischen Koloniegründung bei der Grossen Roten Waldameise einerseits und der Bildung von Tochterkolonien bei der Kleinen Roten Waldameise andererseits besteht.

Die Mittlere Rote Waldameise steht hinsichtlich ihrer Lebensweise der Kleinen Roten Waldameise eindeutig näher als der Grossen Roten Waldameise. Erstere kann weit mehr als 1 Königin in einem Nest besitzen, in beschränkter Zahl junge Königinnen adoptieren. Nicht so ausgeprägt wie bei der Kleinen Roten Waldameise ist die Bildung von Tochternestern, jedoch kann sie solche im Gegensatz zur Grossen Roten Waldameise bilden. Ein weiterer Unterschied besteht noch darin, dass bei Zugrundelegung der Verhältnisse bei Eberswalde unter jungen Königinnen eine stärkere Auslese getroffen wird und die einzelnen Nester der Mittleren Roten Waldameise nicht so verträglich mit gleichartigen anderen sind wie bei der Kleinen Roten

Waldameise. Hinsichtlich der Olygodomie und Olygogynie scheinen Zusammenhänge zu bestehen zwischen *F. rufopratensis major* Gössw. und *F. lugubris* Zett., welche hauptsächlich in höheren Regionen verbreitet ist. Über zusätzliche ökologische und physiologische Besonderheiten vergleiche frühere Arbeiten (Gösswald, 1941).

Die Wiesenameise, welche sich morphologisch verhältnismässig leicht von den hier erwähnten Waldameisenformen trennen lässt, ist biologisch zunächst von letzteren dadurch unterschieden, dass sie in warmen Gegenden regelmässig zwei Geschlechtstiergelege in einem Jahr aufzieht (Gösswald, 1941, 1951), die Kastendetermination nicht so streng blastogen, sondern etwas mehr trophogen bestimmt wird als bei der Kleinen Roten Waldameise (Gösswald und Bier, 1953 und 1954), um hier nur einige Besonderheiten zu erwähnen. Die ökologische Verschiedenheit der Wiesenameise, welche vorwiegend als Freilandameise auftritt, kommt in dem untersuchten Gebiet dadurch zum Ausdruck, dass ein Baumstrunk in ihren Nestern fehlt, während ein solcher in der Regel in Waldameisennestern vorhanden ist. Ausserdem hat *F. pratensis* tief eingeschnittene, oft unterirdisch verlaufende schmale Strassen. Allerdings dürfen auch innerhalb der *pratensis*-Gruppe wiederum einige biologisch differenzierte Formen zu unterscheiden sein, entsprechend der mehr oder weniger grossen Zahl von Königinnen und der Mono- und Olygodomie. Diese Annahme findet ebenfalls ihre Bestätigung durch die nachfolgend dargelegten biochemischen Ergebnisse, sowie durch die von Betrem (1955) und Yarrow (1955) gefundenen morphologischen Differenzierungen.

Im Rahmen der *minor*-Gruppe wurden bereits früher eindeutig untergeordnete Kategorien unterschieden und zwar z. T. nach Farbe (vgl. rotrückige Kleine Rote Waldameise), z. T. nach Standort (vgl. Fichten- und Kiefernrasse), z. T. nach Nestform (vgl. « Sandwaldameise ») (Gösswald, 1941). Neuerdings kommt noch eine « Moorameise », die ihr Nest ähnlich wie die Sandwaldameise baut, hinzu. Ausserdem wurde eine sehr polygyne und polydome Waldameisenform festgestellt (Karsbach, Kiefern-Eichenwald, in der Nähe von Würzburg), welche morphologisch von *F. rufopratensis minor* Gössw. abweicht, indem sie stärker behaart ist und sich von *F. rufopratensis major* Gössw. unterscheidet durch ihre geringere Grösse, abgesehen von der erwähnten sehr ausgeprägten Polygynie und Polydomie. Ihre Königinnen (Ende März ausgegraben) werden von grösseren Arbeiterinnen-Gruppen der am gleichen Standort vorkommenden Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise nicht adoptiert, während letztere *minor*-Königinnen von anderen Fundorten aufnehmen. Die Begattung von *minor*-Weibchen aus Laub- und Nadelwald durch ♂♂ der genannten Form ist erschwert. Eine andere Besonderheit ist das Vorkommen von hell gefärbten Arbeiterinnen zusammen mit normal gefärbten *minor*-Arbeiterinnen (gefunden bei Rengersbrunn in der Nähe von Gemünden

von cand. rer. nat. W. KIRCHNER). Die hell gefärbten Tiere sind viel schwächer pigmentiert. Sie erscheinen am Kopf, Thorax und zum Teil am ersten Gastersegment gelb gefärbt. Auch die Färbung der Königinnen ist verschieden. Der Anteil der gelben Königinnen und Arbeiterinnen ist wesentlich geringer als der der dunklen, jedoch sind sie über den ca. 40 Nester umfassenden Nestverband etwa gleichmässig verteilt. Zur Zeit durchgeführte Zuchtversuche sollen zur Klärung der genetischen Zusammenhänge zwischen der normal gefärbten und gelben *minor*-Form beitragen.

### III. DIE BIOCHEMISCHE DIFFERENZIERUNG.

Im Rahmen der biochemischen Untersuchungen an Ameisen, die zur Isolierung von fluoreszierenden Stoffen mittels der Papierchromatographie führten, konnten bei den untersuchten und oben genannten Waldameisen und verwandten Formen bisher 29 verschiedene fluoreszierende Stoffe mit unterschiedlichen Rf-Werten gefunden werden. Die Verteilung dieser Stoffe auf dem Papier nach zweidimensionaler

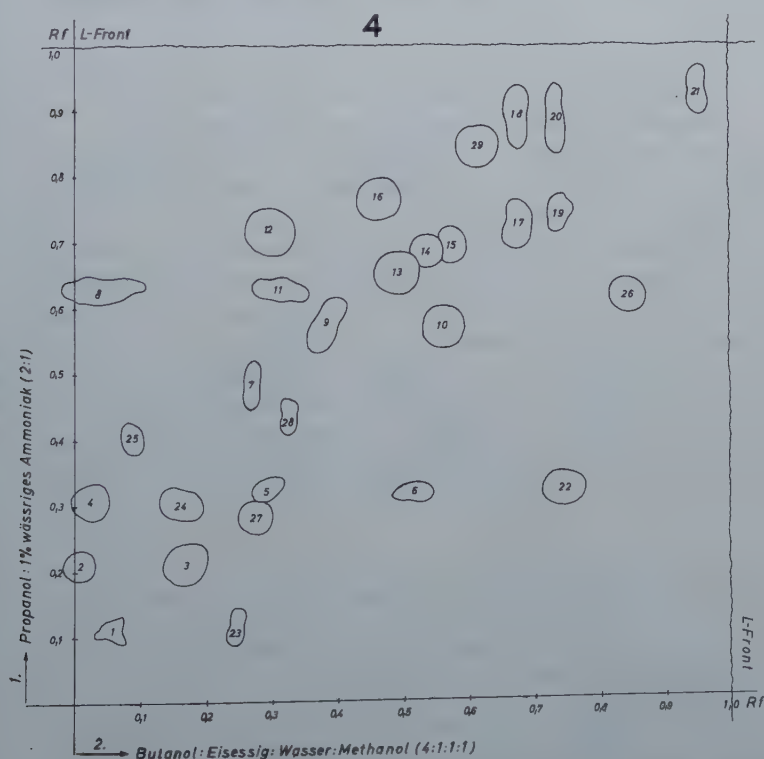


ABB. 4. — Verteilung der fluoreszierenden Stoffe im zweidimensional entwickelten Chromatogramm bei Waldameisen und verwandten Formen.



Entwicklung zeigt nachstehende Abb. 4. In Tab. 3 sind die Fluoreszenzfarben bei Betrachtung im UV-Licht eingetragen. Die chemische Natur dieser Stoffe ist lediglich bei Substanz 3 geklärt, bei der es sich um Isoxantopterin handelt, das auch von KÜHN und HADORN und ihrer Schule bei vielen anderen Insekten gefunden wurde.

TABELLE 3 : Die Fluoreszenzfarben der in Abb. 4 eingezeichneten Substanzen.

1. gelblichweiss	11. schmutziggelb	21. ockerfarben
2. violett	12. bläulichweiss	22. gelblich
3. violett	13. grüngelb	23. bräunlichgelb
4. blauweiss	14. schmutzigweiss	24. grüngelb
5. grüngelb	15. blauviolett	25. schmutziggelb
6. ockerfarben	16. gelbweiss	26. violett
7. orange gelb	17. hellblau	27. violett
8. gelbbraun	18. hellblau	28. bräunlichgrün
9. eisblau	19. violettblau	29. gelbweiss
10. blaugrün	20. violettblau	

Die gefundenen 29 fluoreszierenden Stoffe sind jedoch nicht bei allen untersuchten Waldameisenformen zugleich vorhanden. Vielmehr lässt sich eine qualitative und quantitative Verteilung dieser Substanzen bei den Waldameisenarten feststellen, die gut reproduzierbar ist. Nach Untersuchungen von HADORN, KÜHN, DANEEL, FOX u. a. an *Ephestia* und *Drosophila* ist zu vermuten, dass die Bildung dieser fluoreszierenden Substanzen an bestimmte Gene gebunden ist und sie deshalb zur Charakterisierung von Rassen und Arten herangezogen werden können. Wie MICKS (1954) beim *Culex pipiens*-Komplex und MERKER (1958) bei Tannenläusen chromatographische Artdifferenzierungen vorgenommen haben, soll auch hier nun der Versuch unternommen werden, die Waldameisen und verwandte Formen auf Grund der unterschiedlichen Verteilung der fluoreszierenden Stoffe auf dem Papyrogramm zu differenzieren, um so die morphologische und biologische Unterscheidung zu stützen, bzw. zu ergänzen. Da nicht nur die qualitative, sondern auch die quantitative Verteilung der Stoffe zur Unterscheidung der untersuchten Formen von Wichtigkeit ist, letzere jedoch nur möglich ist, wenn die chemische Natur der Stoffe bekannt ist, soll hier zunächst eine halbquantitative Auswer-

ABB. 5. — Verwendete Zeichen zur halbquantitativen Auswertung der Papierchromatogramme.

ABB. 6 a. — *F. rufopratensis minor* Gössw. (Fichtenwald).

Zahl der untersuchten Nester : 26.

Immer vorhandene Flecken : 3, 8, 10, 12, 20.

Mitunter zusätzlich vorhanden : 1, 2, 4, 11, 13, 16, 26, 29.

ABB. 6 b. — *F. rufopratensis minor* Gössw. (Laubwald).

Zahl der untersuchten Nester : 13.

Immer vorhandene Flecken : 3, 7, 10, 12, 13, 20, 26.

Mitunter zusätzlich vorhanden : 1, 2, 4, 8, 11, 29.



sehr viel  
vorhanden



viel  
vorhanden



gut  
sichtbar

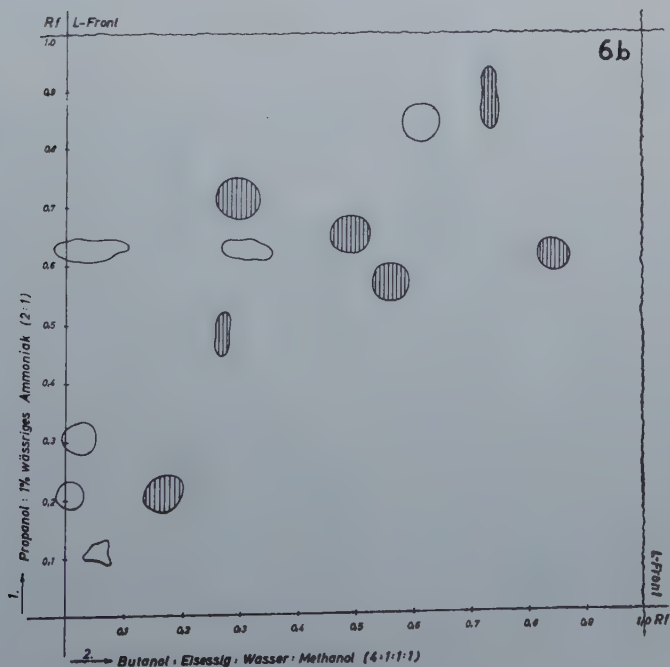
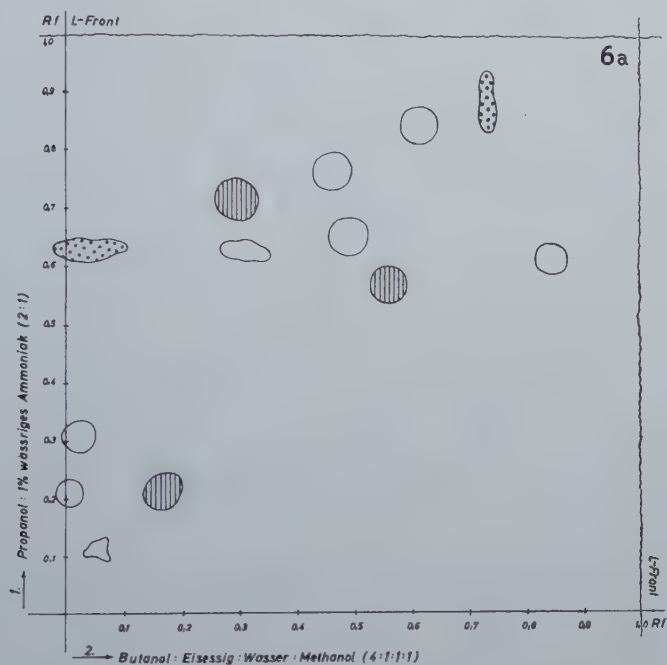


schwach  
sichtbar



nur manchmal  
vorhanden

5



tung auf Grund der Fluoreszenzstärke angegeben werden. Für den relativen Vergleich wählten wir die Zeichen der vorstehenden Abb. 5.

In den Abbildungen 6a u. b werden die Fluoreszenzmuster für *Formica rufopratensis minor* GÖSSW., bei der sich eine « Laubwald » und eine « Fichtenwaldform » unterscheiden lässt (Formen aus Kiefernherkünften wurden papierchromatographisch noch nicht geprüft) dargestellt. Chromatogramme für *Formica rufopratensis major* GÖSSW., *Formica rufa rufa* L. und *Formica rufa pratensis* RETZ., bei der wiederum wenigstens zwei chromatographisch unterscheidbare Typen gefunden wurden, konnten aus Platzmangel nicht gezeigt werden. In den abgebildeten schematischen Chromatogrammen sind jeweils nur die bei der betreffenden Form gefundenen Flecken eingezeichnet. Zur Artdiagnose wurden die oben beschriebenen morphologischen und biologischen Unterschiede zugrunde gelegt.

Beide *minor*-Formen unterscheiden sich besonders durch die Anwesenheit der orange fluoreszierenden Substanz 7 bei der Laubwaldform, die bei der Fichtenwaldform fehlt. Ob dieser Befund ökologisch bedingt oder genetisch fixiert ist, kann noch nicht entschieden werden.

Der chromatographische Vergleich von *F. rufopratensis major* GÖSSW. und *F. rufa rufa* L. weist wiederum darauf hin, dass es sich hier um zwei verschiedene Formen handelt. Dagegen liess sich *F. rufopratensis major* GÖSSW. bisher von *F. lugubris* ZETT. (5 Nester) (\*) chromatographisch nicht unterscheiden. Vielleicht sind die beiden letzteren genetisch nahe verwandte Formen.

Neben zwei am häufigsten gefundenen *pratensis*-Typen konnten noch weitere Formen chromatographisch unterschieden werden. Jedoch ist das Untersuchungsmaterial noch zu gering, um an dieser Stelle näher darauf einzugehen. Eine morphologische Unterscheidung der Geschlechtstiere soll folgen; — nach BETREM (1955) und YARROW (1955) können Unterschiede bisher nur durch Vergleich der Geschlechtstiere erfasst werden. — Ebenfalls sollen vorhandene biologische Unterschiede mit diesen Befunden in Zusammenhang gebracht werden.

Neben den vorstehend charakterisierten Gruppen konnten fast bei jeder untersuchten Art einige Abweichungen im Hinblick auf die Fleckenverteilung gefunden werden. Diese sind nicht verwunderlich, da sicherlich auch bei Waldameisen geographische und ökologische Rassen vorhanden sein werden. Ausserdem sind Kreuzungen der genannten Formen zu vermuten. Schliesslich wurden auch in der Natur Mischpopulationen festgestellt. *F. rufa rufa* L. erwies

(\*) Die Bestimmung wurde freundlicherweise von Herrn Dr. BETREM durchgeführt.



sich chromatographisch am konstantesten, was vielleicht mit der Monogynie im Zusammenhang steht.

Ausser diesen relativ geringfügigen Abweichungen vom artlichen Fluoreszenzmuster seien hier noch zwei Waldameisen-Formen erwähnt, die sich chromatographisch nicht in die bisher beschriebenen Schemata eingliedern lassen. Es handelt sich einmal um die schon oben genannte polygyne Form aus Karsbach in der Umgebung von Würzburg, die morphologisch der *Formica rufopratensis major* Gössw. ähnelt und um eine italienische Form (\*), die von Herrn Dr. BETREM als *F. lugubris* ZETT. bestimmt wurde, jedoch chromatographisch mit der in Deutschland vorkommenden *F. lugubris* ZETT. nicht identifizierbar ist.

Dagegen ergab die oben erwähnte in einer *minor*-Kolonie gefundene gelbe Waldameisen-Form ein Fluoreszenzmuster, das sich von dem der *F. rufopratensis minor* Gössw. aus dem Fichtenwald nicht unterscheidet.

Diese kurz dargestellten biochemischen Formenunterschiede auf papierchromatographischer Grundlage stehen am Anfang einer nun folgenden weit umfangreicheren Differenzierung, ausgedehnt auf die ganze Familie der *Formicidae*. Sie sind als vorläufiges Ergebnis zu betrachten und lassen vorerst noch wenig sichere Schlüsse zu, so dass von einer weiteren Interpretierung Abstand genommen werden soll.

### C. Diskussion der Ergebnisse.

Die Verknüpfung der dargelegten biochemischen Ergebnisse mit den morphologischen und biologischen Daten hat ergeben, dass auf solche Weise Einblick gewonnen werden kann in die Art- und Rassen-differenzierung der Waldameisen. Besonders auffallend ist hierbei die Tatsache, dass gerade die Grosse Rote Waldameise, deren morphologische Trennung von der Mittleren Roten Waldameise selbst Spezialisten Schwierigkeiten bereitet, biochemisch dagegen unterschieden werden kann; somit stimmt der biochemische Befund besser mit der biologischen Sonderstellung der Grossen Roten Waldameise überein als mit den morphologischen Gegebenheiten, wo Unterschiede nur schwer fassbar sind. Umgekehrt kann das Fluoreszenzmuster mancher *F. rufopratensis minor*-Nester gewissen Typen der Wiesenameise *F. rufa pratensis* RETZ. recht nahestehen, während eine morphologische Differenzierung hier keine Schwierigkeiten bereitet.

Auch im Rahmen der polygynen kleinen Waldameisenformen ermöglichen die papierchromatographischen Untersuchungen Differenzierungen, die morphologisch sich bisher nicht ermöglichen liessen

(\*) Für die Überlassung des Materials sind wir Herrn Prof. Dr. PAVAN, Pavia, zu grossem Dank verpflichtet.

und auch biologisch wenig ausgeprägt sind. Ökologisch scheinen Unterschiede zu bestehen, die bereits früher bei der Kolonievermehrung berücksichtigt wurden. Ebenfalls lassen sich bei der Wiesenameise chromatographisch einige Formen unterscheiden, die bisher nur unter Zugrundelegung der Weibchen auseinandergehalten werden konnten. Über biologische Unterschiede der Wiesenameisenformen ist erst wenig bekannt; es gibt polygyne und polydome, aber auch monodome Formen.

Die vergleichenden Untersuchungen verschiedener Ameisen-Nester im mitteleuropäischen Faunengebiet weisen darauf hin, dass von Norden nach Süden die Intensität des Fluoreszenzmusters bei gleichen Formen und unter gleichen Versuchsbedingungen mehr oder weniger zunimmt. Allerdings ist hierbei auch eine Auswirkung des Höhenfaktors in Betracht zu ziehen und zwar in dem Sinne, dass mit steigender Höhe die Farbintensität stärker wird.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auf, wie komplex die zur Diagnose einer Art führenden Zusammenhänge sein können. Auch heute ist das erstrebte Ziel der Waldameisensystematiker keineswegs erreicht. Es sind sicherlich noch sehr viele intensive und vielseitige Studien mit Material aus verschiedenartigsten Verbreitungsgebieten der Waldameisen erforderlich, bevor eine endgültige Revision und Nomenklatur der Gattung *Formica* durchgeführt werden kann.

### RÉSUMÉ

Nous présentons dans cet article une étude morphologique, biologique et biochimique des « Waldameisen » et des formes voisines du genre *Formica*.

Dans le cadre de cette identification des diverses formes de « Waldameisen », nous nous attachons spécialement à l'étude des différences morphologiques qui séparent *Formica rufa rufa* L. de *F. rufopratensis major* Gössw. Ces différences morphologiques ont un support biologique et biochimique.

En effet, par chromatographie sur papier, nous avons mis en évidence une dissemblance dans la répartition des substances fluorescentes extraites des diverses « Waldameisen » et de leurs formes voisines : *F. rufa rufa* L., *F. rufopratensis major* Gössw., *F. rufopratensis minor* Gössw. et *F. rufa pratensis* Retz. Cette analyse chromatographique nous a permis de distinguer deux formes à l'intérieur de chacun des groupes « *minor* » et « *pratensis* ». Nous avons de plus trouvé deux formes qui, par le type de distribution des taches fluorescentes, se différencient des espèces décrites.

Ces résultats montrent que, dans le groupe des « Waldameisen », il existe des formes encore inconnues; aussi nous pensons qu'il est trop tôt pour faire dès maintenant une révision définitive du genre *Formica*.

### RIASSUNTO

Viene presentato uno studio morfologico, biologico e biochimico sulle Formiche del gruppo *Formica rufa* e su forme vicine.

Nella differenziazione ci si riferisce soprattutto alle differenze morfologiche

tra *Formica rufa rufa* L. e *F. rufopratensis major* GÖSSW. Queste differenze morfologiche sono avvalorate da differenze biologiche e biochimiche.

Con ricerche cromatografiche su carta condotte su sostanze fluorescenti è stata messa in evidenza una differente ripartizione di tali sostanze nelle formiche esaminate (*Formica rufa rufa* L., *F. rufopratensis major* GÖSSW., *F. rufopratensis minor* GÖSSW. e *F. rufa pratensis* RETZ.). Inoltre si poterono differenziare con una tale analisi cromatografica due forme in ciascuno dei gruppi *minor* e *pratensis*. Sono state poi trovate due forme che presentano un tipo di fluorescenza diverso da quello delle specie descritte. Tali risultati mostrano che nel gruppo delle Formiche studiate esiste una serie di forme ancora sconosciute tanto che sembra oggi ancora prematura una revisione definitiva del genere *Formica*.

## LITERATURVERZEICHNIS

- BETREM, J. G. — 1953. Enkele opmerkingen omtrent de soorten van de *Formica rufa*-groep (Hym.). — *Ent. Ber.*, **14**, 322-326.  
 — 1955. De systematische plaats van *Formica congerens* ab. *thijsssei* STÄRCKE (Hym., Form.). — *Ent. Ber.*, **15**, 391-393.
- BUTENANDT, A. — 1953. Biochemie der Gene und Genwirkungen. — *Naturw.*, **40**, 91-100.
- DANNEEL, R. & B. ZIMMERMANN. — 1954. Über das Vorkommen und Schicksal des Kynurenins bei verschiedenen Drosophilarassen. — *Z. Naturforschg.*, **9 b**, 788-792.
- ENGELHAAF, A. — 1956. Die fluoreszierenden Stoffe in den Organen dreier Genotypen von *Ephestia kühniella*. Beitrag zur Analyse von Genwirkungen im Pterin- und Tryptophanstoffwechsel. — *Z. Vererbungs.*, **87**, 769-83.
- FORREST, H. S. & H. K. MITCHELL. — 1954. Pteridines from *Drosophila*. I. Isolation of a yellow pigment. — *J. Amer. Chem. Soc.*, **76**, 5656-8.  
 — 1954. Pteridines from *Drosophila*. II. Structure of the yellow pigment. — *J. Amer. Chem. Soc.*, **76**, 5658-62.  
 — 1955. Pteridines from *Drosophila*. III. Isolation and identification of three more pteridines. — *J. Amer. Chem. Soc.*, **77**, 4865-69.
- FOX, A. S. — 1956. Chromatographic differences between males and females in *Drosophila melanogaster* and the role of the X and Y chromosomes. — *Physiologic. Zool.*, **29**, 288-298.  
 — 1956. The application of paper-chromatography to taxonomic studies. — *Science*, **123**, 143.
- GÖSSWALD, K. — 1938. Über den Sozialparasitismus der Ameisen. — VII. Internationaler Entomologenkongress, 1149-1155.  
 — 1940. Beobachtungen über den Schutz eines Kiefernbestandes vor der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion (Lophyrus) pini* L. durch die Rote Waldameise. — *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen*, **72**, 370-378.  
 — 1940. Künstliche Besiedlung eines Kiefernwaldes mit der Kleinen Roten Waldameise. — *Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwissensch.*, 97-119.  
 — 1941. Rassenstudien der Roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. — *Z. angew. Entomol.*, **28**, 62-124.  
 — 1941. Unterschiede im Jagdinstinkt bei den Waldameisenrassen. — *Forstwissensch. Ztbl.*, **63**, 139-143.  
 — 1941. Über den Einfluss von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäusserungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zu Biotop, Wohn- und Lebensweise. — *Z. wiss. Zool.*, **154**, 247-344.  
 — 1942. Art- und Rassenunterschiede bei der Roten Waldameise. — *Naturschutz*, **23**, 109-115.  
 — 1943. Das Strassensystem der Waldameisenarten. — *Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere*, **40**, 37-59.



- 1944. Rassenstudien an der Roten Waldameise im Lichte der Ganzheitsforschung. — *Anz. f. Schädlingssk.*, **20**, 1-8.
- 1944. Einwirkung des Puppensammelns bei den verschiedenen Waldameisenarten. — *Z. angew. Entomol.*, **30**, 317-335.
- 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Forstwirtschaftliche Bedeutung, Nutzung, Lebensweise, Zucht, Vermehrung und Schutz. 160 pp., 50 Abb. und 6 Farbtafeln; Metta Kinau-Verlag, Lüneburg.
- 1951. Über den Lebensablauf von Kolonien der Roten Waldameise. — *Zool. Jb. Syst.*, **80**, 27-63.
- 1951. Zur Biologie, Ökologie und Morphologie einer neuen Varietät der Kleinen Roten Waldameise *Formica minor pratensisoides*. — *Z. angew. Entomol.*, **32**, 433-457.
- 1952. Über Versuche zur Verwendung von Hilfsameisen zwecks Vermehrung der nützlichen Kleinen Roten Waldameise. — *Z. angew. Entomol.*, **34**, 1-44.
- 1955. Zur Kastenbestimmung bei Ameisen. — *Revue Suisse de Zoologie*, **62**, 372-386.
- GÖSSWALD, K. & K. BIER. — 1953. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. 2. Die Aufzucht von Geschlechtstieren bei *Formica rufa pratensis* RETZ. — *Zool. Anz.*, **151**, 126-134.
- 1954. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. 3. Die Kastendetermination von *Formica rufa rufo-pratensis minor* gössw. — *Insectes Sociaux*, **1**, 229-246.
- GÖSSWALD, K. & K. KLOFT. — 1957. Neue Untersuchungen über die sozialen Wechselbeziehungen im Ameisenvolk, durchgeführt mit Radio-Isotopen. — Vortr. II. Int. Congr. d.U.I.E.I.S., Paris. — *Insectes Sociaux i. Druck*.
- GOLDSCHMIDT, E. — 1954. Fluoreszierende Stoffe in Chromatogrammen aus einem mutierten Stamm von *Drosophila*. — *Nature, Lond.*, **174**, 883-4.
- GROSSBACH, U. — 1957. Zur papierchromatographischen Untersuchung von Lepidopteren-Augen. — *Z. Naturforschg.*, **126**, 462-465.
- HADORN, E. — 1954. Ontogenetische Änderungen im Gehalt von Isoxanthopterin bei verschiedenen Genotypen von *Drosophila melanogaster*. — *Experientia*, **10**, 483.
- 1955. Zugänge zum Studium der biochemischen und entwicklungsphysiologischen Mutationswirkungen. — *Atti 9. Congr. internaz. Genet. Bellagis, Como* 1953, 326-337.
- HADORN, E. & A. EGELHAAF. — 1956. Biochemische Polyphänie und Stoffverteilung im Körper verschiedener Augenfarbgenotypen von *Ephesia kühniella*. — *Z. Naturforschg.*, **11 b**, 21-25.
- HADORN, E. & A. KÜHN. — 1953. Chromatographische und fluorometrische Untersuchungen zur biochemischen Polyphänie von Augenfarbgenen bei *Ephesia kühniella*. — *Z. Naturforschg.*, **8 b**, 582.
- HADORN, E. & R. KÜRSTEINER. — 1956. Unterschiede in Exkretstoffen bei verschiedenen Genotypen von *Drosophila melanogaster*. — *Arch. Klaus-Stiftg.*, **30**, 8-12.
- HADORN, E. & N. K. MITCHELL. — 1951. Properties of mutants of *Drosophila melanogaster* and changes during development as revealed by paper chromatography. — *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, **37**, 650-665.
- HADORN, E. & J. SCHWINCK. — 1956. Fehlen von Isoxanthopterin und Nicht-Autonomie in der Bildung der roten Augenpigmente bei einer Mutanten (Rosy) von *Drosophila melanogaster*. — *Z. Vererbungsl.*, **87**, 528-53.
- KÜHN, A. & B. BERG. — 1955. Zur genetischen Analyse der Mutation « Biochemica » von *Ephesia kühniella*. — *Z. Vererbungsl.*, **87**, 25-35.
- 1956. Über die Kombination von WA (weissäugig) und Biochemica bei *Ephesia kühniella*. — *Z. Vererbungsl.*, **87**, 335-37.
- KÜHN, A. — 1956. Versuche zur Entwicklung eines Modells der Genwirkungen. — *Naturw.*, **43**, 25-28.

- LANGE, R. — 1954. Morphologische und experimentelle Untersuchungen zur Systematik der *Formica rufa*-Gruppe (*Hym. Form.*). — *Diss.*, Würzburg.
- 1956. Experimentelle Untersuchungen über die Variabilität bei Waldameisen (*Formica rufa* L.). — *Z. Naturforschg.*, **11** b, 538-543.
- LERMA, B. DE. — 1950. Ricerche sulla fluorescenza del sangue degli Ortoteri. Identificazione spetrografica della isoxantopterina. — *Boll. Soc. ital. Biol. sper.*, **26**, 528.
- LERMA, B. DE E M. DE VINCENTRIS. — 1955. Identificazione chimica e valutazione biologica della sostanze fluorescenti di *Drosophila melanogaster* MEIG. — *Boll. Zool.*, **22**, 1-15.
- MERKER, E. — 1958. Chromatographische Artbestimmung von Tannelläusen der Gattung *Dreyfusia*. — *Naturw.*, **45**, 118-119.
- MICKS, D. W. — 1954. Paper chromatography as a Tool for Mosquito Taxonomie. — The *Culex Pipiens* Complex. *Nature*, Lond., **174**, 217-18.
- NAWA, S. A TAIRA, T. — 1954. Pterins found in Silkworm and *Drosophila*. — *Proc. Jap. Head.*, **30**, 632-35.
- REISNER-GLASEWALD, E. — 1956. Über die Entwicklung des Bestandes an fluoreszierenden Stoffen in den Köpfen von *Ephestia kühniella* in Abhängigkeit von verschiedenen Augenfarbgenen. — *Z. Vererbungsl.*, **87**, 668-693.
- SCHMIDT, G. — 1958. Nachweis von fluoreszierenden Stoffen bei Ameisen und ihre papierchromatographische Trennung. — *Zool. Anz.* **161**, 304-308.
- VISCONTINI, M., E. HADORN & P. KARRER. — 1957. Fluoreszierende Stoffe aus *Drosophila melanogaster*: die roten Augenfarbstoffe. — 5. Mitt. — *Helvet. chim. Acta*, **40**, 579-586.
- VISCONTINI, M. & P. KARRER. — 1957. Fluoreszierende Stoffe aus *Drosophila melanogaster*. 6. Mitt. — *Helvet. chim. Acta*, **40**, 968-70.
- VISCONTINI, M., A. KÜHN, & A. EGELHAAF. — 1956. Isolierung fluoreszierender Stoffe aus *Ephestia kühniella*. — *Z. Naturforschg.*, **11** b, 501-504.
- VISCONTINI, M., E. LOESER, E. & A. EGELHAAF. — 1956. Oxydation des Pterins « MB<sub>2</sub> » aus *Drosophila* und *Ephestia* durch UV-Bestrahlung. — *Naturw.*, **43**, 379-80.
- VISCONTINI, M., E. LOESER, P. KARRER & E. HADORN. — 1955. Fluoreszierende Stoffe aus *Drosophila melanogaster*. II. Mitt. — *Helvet. chim. Acta*, **38**, 1222.
- 1955. Fluoreszierende Stoffe aus *Drosophila melanogaster*. III. Mitt. — *Helvet. chim. Acta*, **38**, 2034-5.
- VISCONTINI, M. H. SCHMID, & E. HADORN. — 1955. Isolierung fluoreszierender Stoffe aus *Astacus fluviatilis*. — *Experientia*, **11**, 390.
- VISCONTINI, M., M. SCHOELLER, E. LOESER, P. KARRER & E. HADORN. — 1955. Isolierung fluoreszierender Stoffe aus *Drosophila melanogaster*. Vorl. Mitt. — *Helvet. chim. Acta*, **38**, 397-401.

### Literaturnachtrag eigener Arbeiten.

- GÖSSWALD, K. & G. SCHMIDT. — 1959 a. Papierchromatographische Untersuchungen zur Art- und Rassendifferenzierung. Eine Studie zum Problem der Waldameisensystematik. — *Umschau*, **59**, 265-269.
- 1959 b. Zur morphologischen und biochemischen Differenzierung der Waldameisen (*Hym. Form.*, *Gen. Formica*) und ihrer waldhygienischen Bedeutung. — *Waldhygiene*, **3**, 37-46.

(Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg.)





# UNTERSUCHUNGEN MIT RADIOAKTIVEN ISOTOPEN AN WALDAMEISEN (\*)

VON

K. GÖSSWALD und W. KLOFT

---

## A. 1. Einleitung.

Die Verteilung von Nahrungsstoffen ist eine der entscheidendsten Voraussetzungen für die Lebensfähigkeit und das soziale Gefüge des Ameisenvolkes. Neben der darauf basierenden Arbeitsteilung beeinflusst die Nahrungsverteilung die Art der Brutaufzucht und damit die Kastendetermination (GÖSSWALD & BIER, 1953-1954), und zwar wird durch eine spezifische Fütterung der funktionellen weiblichen Geschlechtstiere, also der Königinnen, bzw. durch eine diesbezügliche Nahrungskonkurrenz zwischen Königinnen und Brut, die Aufzucht von ♂♂ bzw. Geschlechtstieren bestimmt. Da wir über die qualitativen Verhältnisse bei der Nahrungsverteilung im Ameisenvolk noch verhältnismässig wenig wissen, erschien es wünschenswert, unter Verwendung radioaktiver Substanzen als Tracerstoffe die Verhältnisse näher zu analysieren. Entsprechende Untersuchungen wurden von uns 1956 begonnen, eine erste kurze Mitteilung ist inzwischen gedruckt worden (GÖSSWALD und KLOFT, 1956), eine grössere grundlegende Arbeit wurde als Referat auf dem III. Internat. Kongress der Int. Union zum Studium der sozialen Insekten in Paris, 1957, publiziert und befindet sich z. Zt. im Druck (GÖSSWALD und KLOFT, 1957). In der vorliegenden Mitteilung werden die Ergebnisse der genannten Arbeiten und inzwischen erfolgte weitere Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Roten Waldameisen sowie der Probleme der Königinnenzucht zusammenfassend dargestellt.

Tracer-Arbeiten an Ameisen wurden inzwischen auch von anderer Seite durchgeführt (WILSON & EISNER, 1957). Jedoch sind in dieser

(\*) Herrn Universitäts-Professor Dr. A. REICHENSPERGER zu seinem 80. Geburtstag gewidmet!

Arbeit lediglich Gesamtbilanzen der Verteilung von in ganze Kolonien eingebrachten radioaktiv markierten Futters aufgestellt, während wir neben solchen Versuchen uns immer bemüht haben, unter genau bekannten Zahlenverhältnissen sowie bei vielfältiger Variation in der Zusammensetzung der Versuchsgruppen zu einer differenzierten Analyse der Nahrungsverteilung im Ameisenvolk zu gelangen. Eine weitere Arbeit (PENDLETON & GRUNDMANN, 1954) berührt Probleme der Stoffverteilung im Ameisenvolk nur am Rande. Die genannten Autoren haben auf dem Umwege über Pflanzen und mit Ameisen in trophobiotischen Beziehungen stehende Aphiden die den Honigtau sammelnden Ameisen markiert und dabei vor allem ökologische Beziehungen zwischen Aphiden, Ameisen und Aphiden-Feinden untersucht.

### A. 2. Methodik.

Alle Untersuchungen wurden mit  $P^{32}$  durchgeführt, während WILSON & EISNER mit  $J^{131}$  arbeiteten. Zweifelsohne bietet das Arbeiten mit dem Gamma-strahlenden Jod-Isotop messtechnisch grosse Vorteile, wenn man über einen Szintillationszähler verfügt. Dem steht jedoch der schwerwiegende Nachteil gegenüber, dass  $J^{131}$  für Insekten ein weitgehend körperfremder Stoff ist. Im Gegensatz dazu wird  $P^{32}$  bei peroraler Applikation als Natrium-ortho-phosphat gut resorbiert und, wie Autoradiographien erwiesen, vom Organismus in alle Körpergewebe und Drüsensekrete eingebaut. Auch die messtechnische Nachweisbarkeit ist noch bei kleinsten Mengen überaus hoch, da es sich doch um einen sehr harten Beta-Strahler handelt (Maximalenergie 1,69 MeV). Die Messungen fanden unter  $\beta$ -Glockenzählrohren mit sehr dünner Glimmerfolie (1,2-1,4 mg/cm<sup>2</sup>) in Verbindung mit einem elektronischen Zählwerk vom Typ F.H. 49 (Fabrikat Frieseke & Hoepfner, Erlangen) statt, für Serienuntersuchungen wurde ein automatischer Probenwechsler (für 30 Proben) in Verbindung mit einem Zeitdrucker benutzt. Über Einzelheiten der Technik vgl. GÖSSWALD & KLOFT, 1957. Erwähnt sei hier nur in Kürze, dass die Applikation des  $P^{32}$  in Mischung mit Honigwasser erfolgte, die spezifische Aktivität (= Aktivität pro Gramm) der Futterlösung betrug 1-5  $\mu C$  (1 Microcurie =  $3,7 \cdot 10^4$  Zerfälle/sec.). Zur Vermeidung jeglicher Aktivitätsübertragung durch reine Kontamination wurden die Futterholer nach der Aufnahme des radioaktiven Honigwassers mehrfach gründlich « gebadet », was keinerlei Schädigung nach sich zog und auch zum gewünschten Erfolg führte.

Durch Verwendung kleiner Glasringe, die oben mit hauchdünner Cellophanfolie überspannt waren, liessen sich die Tiere auch lebend, vor Entweichen gesichert, in reproduzierbarer Weise genau messen.

Für finanzielle Förderung vorliegender Untersuchungen danken wir dem Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft.

## B. 1. Die Nahrungsverteilung zwischen Waldameisen-Arbeiterinnen.

Die Versuche wurden jeweils so angesetzt, dass 1 ♂ mit radioaktivem Kropfinhalt zum Zwecke der Nahrungsverteilung zu verschiedenen grossen ♀-Gruppen gesetzt wurde. Die ♀ in diesen Gruppen blieben in der Versuchsschale ohne Futterzugabe. Da sie jedoch erst kurze Zeit vor dem Versuch grösseren Populationen entnommen worden waren, handelte es sich keineswegs um übermässig hungrige Tiere; die Versuche sind daher mit den Normalverhältnissen im Waldameisen-Nest vergleichbar. Es ergab sich, dass die Verteilung des Kropfinhaltes der Futterholerin nach zwei Prinzipien erfolgt :  
*a)* Direkte Futterweitergabe von der Futterholerin an andere Arbeiterinnen. Je nach Menge des jeweils bei den ersten Fütterungsakten regurgitierten Kropfinhaltes werden maximal 8-10 ♀ direkt gefüttert,  
*b)* Diese primären Futterempfänger füttern ihrerseits weiter, die von ihnen versorgten sekundären Nahrungsempfänger tun das gleiche. Auf diese Weise wird nach einiger Zeit ein vollständiger Ausgleich in der Versuchsgruppe erreicht. Eine grössere Anzahl von Versuchen führte zu dem Ergebnis, dass der Austausch von Kropfnahrung durch zwei Faktoren, nämlich die *Zeit* und die *Temperatur* gesteuert wird. Bei optimaler Temperatur (\*) (24-26 °C) kann in 4 Stunden der Kropfinhalt einer einzigen Arbeiterin bis auf 80 Nestgenossen verteilt werden, bei tieferer Temperatur dauert dies entsprechend länger. Die Verteilung des Futters ist dabei überaus gleichmässig und nähert

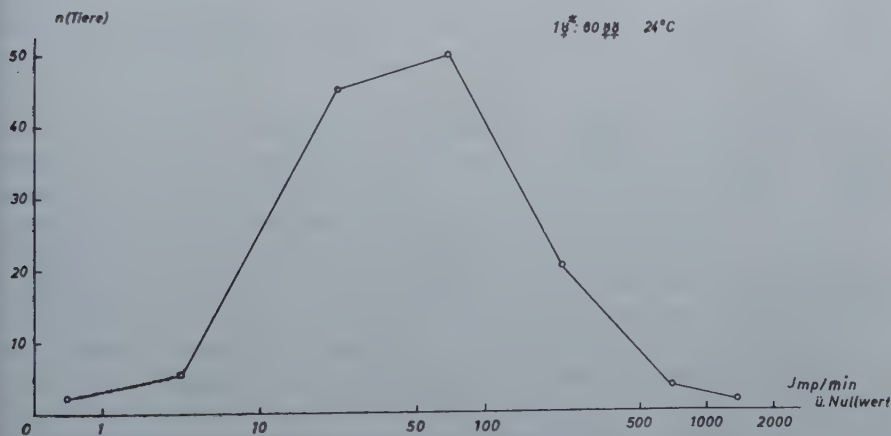


ABB. 1. — Verteilung von radioaktiv markiertem Futter in ♀-Gruppen der Kleinen Roten Waldameise bei 24 °C. Zusammenfassung von 2 Versuchen, in denen jeweils 1 radioaktive ♀ (1 ♀\*) zu 80 nicht aktiven ♀ gesetzt wurde. Versuchsdauer 20 Stunden.

(\*) Die Temperaturabhängigkeit wurde von meinem Mitarbeiter G. KNEITZ untersucht.



sich sehr rasch einer Normalverteilung (Abb. 1). Damit wird exakt bewiesen, dass zwischen den physiologisch gleichwertigen ♂♂ rein statistisch eine gleichmässige Beteiligung aller Tiere am eingebrachten Nahrungsvolumen erfolgt. Wie bereits erwähnt, geht die Futterverteilung am raschesten zwischen 24-26 °C vor sich. Dieser Bereich entspricht der Durchschnitts-Temperatur in der Kuppel des Waldameisennestes während der Vegetationsperiode. Daraus ergibt sich die für die forstliche Wirksamkeit der Roten Waldameise wichtige Folgerung, dass den mit gefülltem Kropf (der auch Insektennahrung enthalten kann! vgl. GÖSSWALD & KLOFT, 1957) einlaufenden Fourageuren auf dem schnellsten Wege ihre Beute abgenommen wird, wodurch diese wieder sofort zu neuer Nahrungssuche auslaufen können. Die radiobiologisch nachgewiesene Tendenz zu völligem Nahrungsausgleich innerhalb der Nestbevölkerung ist somit entscheidend zugleich für die kontinuierliche Beutetätigkeit der Aussendiensttiere und für die Weiterentwicklung des Volkes.

## B. 2. Die Nahrungsverteilung zwischen den einzelnen Kasten des Waldameisenvolkes.

Neben den ♂♂ nehmen auch geflügelte sowie entflügelte ♀♀ selbständig Futter auf und verteilen es an Gruppen von ♂♂ und auch von ♀♀. Letzteres ist besonders wichtig für den Königinnenversand im Rahmen der Waldameisen-Königinnenzucht. Bekanntlich werden dabei die jungen begatteten ♀♀ in Glastuben verschickt. In den Korken der Glastuben wird ein kleines mit Honig gefülltes Futterröhrchen eingesetzt. Die aktive Weiterverfütterung auch durch ♀♀ garantiert während des Transportes eine gleichmässige Futterversorgung sämtlicher Königinnen.

Auch die noch nicht ausgeschwärmten ♂♂ beteiligen sich an der Futterweitergabe durch Regurgitation von Kropfinhalt. Die ♂♂ spielen also durchaus nicht die ihnen bisher angedeutete rein passive Rolle im Nahrungshaushalt des Waldameisenvolkes. Somit tragen also auch die jungen Geschlechtstiere aktiv zu einer gleichmässigen Nahrungsverteilung im Waldameisenvolk bei.

Völlig andersartig liegen die Verhältnisse dagegen in Gruppen mit funktionellen Königinnen. Bei Zusammenstellung von stärkeren Kolonien-Gruppen (♂♂ mit einer oder zwei Königinnen) erhalten die ♀♀ von dem durch eine radioaktive Futterholerin in die Gruppe eingebrachten Futter im Verlauf der ersten 20-24 Stunden keinen Anteil, während bei optimaler Temperatur sämtliche ♂♂ bereits nach 4 h radioaktives Futter erhalten haben. Dieses Ergebnis ist zunächst unverständlich, vor allem zeigt die visuelle Beobachtung, dass die ♀♀ durchaus regelmässig gefüttert werden. Wenn man jedoch den Zeitfaktor nach der Aufnahme des radioaktiven Futters durch die Futterholer selbst sowie bei den ihnen Kropfinhalt abnehmenden ♂♂

berücksichtigt, lassen sich alle scheinbaren Widersprüche ganz einfach dadurch erklären, dass zwischen Kropf-Fütterung und Drüsenfütterung unterschieden werden muss. Präparatorische Untersuchungen ergaben nämlich, dass erst mehrere Stunden nach der Aufnahme radioaktiven Honigs ein grösserer Anteil des Kropfinhaltes in den Mitteldarm passiert und dort zur Resorption gelangt ist. Frühestens 90-150 Minuten nach der Futteraufnahme liess sich im Blutstrom  $P^{32}$  nachweisen. Durch die Technik der Autoradiographie konnte nun gezeigt werden, dass es etwa 24 h dauert, bis der Radiophosphor im grössten Teil des Ameisenorganismus eingebaut ist. Dabei ist von ganz besonderem Interesse, dass die Labialdrüse offenbar eine gesteigerte Stoffwechselintensität besitzt, denn bereits 24 h nach Futteraufnahme liess sich in ihrem Reservoir eine besonders hohe Radioaktivität zeigen. Die mit  $\text{♀♀}$  gemeinsam im Verteilungsversuch stehenden funktionellen Waldameisenköniginnen erhalten nun etwa 20-24 h nach Versuchsbeginn eine schwache, sich aber dann regelmässig steigernde Radioaktivität. Damit ist einwandfrei der Beweis dafür erbracht, dass die  $\text{♀♀}$  bei der Fütterung ihrer Königinnen diese nicht mit Kropfinhalt, sondern mit hochwertigem Drüsenfuttersaft versorgen. Eine derartige Fütterung mit hochwertigen « profertilen » Stoffen war von GÖSSWALD und BIER (1953-1954) und BIER (1958) bereits klar postuliert worden, der Beweis konnte jetzt mit radiobiologischen Methoden erbracht werden. Dass dabei die Labialdrüsen eine besondere Funktion besitzen, deckt sich mit den histologisch-cytologischen Ergebnissen von BAUSENWEIN (unpubl.), der die besondere Bedeutung der Labialdrüse als Futtersaftdrüse in seinen Untersuchungen herausstellte.

Es zeigte sich im Rahmen weiterer, mit gemischten Gruppen von  $\text{♀♀} + \text{♀♀}$  durchgeführter Verteilungsversuche, dass die *Mitbeteiligung der Königinnen an der* mit dem radioaktiven Futterholer eingebrachten *Kropfnahrung* vom Zahlenverhältnis  $\text{♀♀} : \text{♀♀}$  in der Gruppe abhängig ist. Je geringer die Anzahl der auf 1 ♀ entfallenden  $\text{♀♀}$  ist, desto eher erhält das ♀ Kropfnahrung. Es ist offenbar so, dass eine gewisse Kropffüllung auf Seiten der Ameisen das Appetenzverhalten zur Weitergabe des Kropfinhaltes durch Regurgitation herbeiführt. Als Auslöser zur Regurgitationsfütterung dient jede Ameise unabhängig von ihrer Kaste bzw., im Falle der Myrmekophilie, jedes im Verhalten ameisensähnliche Insekt. Bei Vorhandensein einer grösseren Anzahl von  $\text{♀♀}$  wird den mit gefülltem Kropf zulaufenden Fourageuren genügend Gelegenheit zur Kropfentleerung an  $\text{♀♀}$  gegeben, so dass die Tiere dann den ♀ gegenüber das offenbar durch  $\text{♀♀}$  (und auch Geschlechtstierlarven) ausgelöste Verhalten der Verfütterung von Drüsensaft zeigen. Somit haben die die Königin umgebenden  $\text{♀♀}$  eine Art « Filterwirkung », d.h. sie « filtrieren » die von den Aussendiensttieren eingebrachte, meist minderwertigere Kropfnahrung ab, sodass

letzten Endes der Königin nur der hochwertige Drüsenfuttersaft angeboten wird. Die Anzahl der für eine erfolgreiche « Filterwirkung » notwendigen königinnennahen ♂♂ dürfte vom jeweiligen Ernährungszustand der ♂♂ sowie der ♀ abhängen und somit in gewissen Grenzen schwanken. Das Minimum lag in einzelnen Fällen bei 1 ♀ : 10 ♂♂, durchschnittlich sind jedoch 25-30 ♂♂ pro ♀ erforderlich.

Diese hier angedeuteten Zahlenverhältnisse sind von grösster Bedeutung für die Probleme der Kastendetermination bzw. der Konkurrenz um den hochwertigen Futtersaft zwischen Brut und Königinnen (GÖSSWALD und BIER, 1953-1955). Weitere, unter Verwendung von Radioisotopen durchzuführende Experimentalarbeiten lassen eine nähere experimentelle Klärung dieser Konkurrenzverhältnisse zwischen ♀♀ und Brut verschiedener Kasten bzw. verschiedener Altersstadien noch erwarten, diesbezügliche Versuche sind geplant.

Wie bereits kurz angedeutet wurde, liess sich bei der Kleinen Roten Waldameise auch eindeutig der Nachweis erbringen, dass Geschlechtstierlarven nur mit Drüsensekreten, nicht dagegen mit Kropfinhalt gefüttert werden. Experimentaluntersuchungen an Arbeiterinnenbrut (mit und ohne Vorhandensein von Königinnen) fehlen bisher noch völlig.

### B. 3. Nahrungsverteilung zwischen ♂♂ verschiedener *Formica*-Formen.

Für die grundsätzliche Klärung der Frage, inwieweit andere *Formica*-Formen als Hilfsameisen für die Vermehrung der Kleinen Roten Waldameise herangezogen werden können (GÖSSWALD, 1951, 1952) waren Futtermittelverteilungsversuche zwischen ♂♂ verschiedener Formen von Interesse. Zugleich sind solche Experimente auch für die Beurteilung der Möglichkeit zur Entstehung von Mischkolonien im Freiland erforderlich.

TABELLE 1 : Übertragung von radioaktivem Kropfinhalt zwischen verschiedenen *Formica*-Arten. Zusammensetzung der Versuchsgruppen in jedem Falle von 1\* : 1, 1\* : 3, 1\* : 10 und 1\* : 20 variiert. Das Ergebnis verlief in allen Fällen positiv, d. h. bei 25 °C waren nach 4 h durchwegs alle Tiere radioaktiv (\* bedeutet radioaktiv).

Futterholer	Futterabnehmer	Verteilungs-Erfolg
<i>polyctena</i>	<i>rufa</i>	+
<i>polyctena</i>	<i>pratensis</i>	+
<i>rufa</i>	<i>pratensis</i>	+
<i>rufa</i>	<i>polyctena</i>	+
<i>pratensis</i>	<i>rufa</i>	+
<i>pratensis</i>	<i>polyctena</i>	+



Eine Übersicht über die durchwegs positiv verlaufenen Versuche gibt Tab. 1.

Nachdem die einzeln in verschiedenen starke  $\delta\delta$ -Gruppen fremder Formen zugesetzten radioaktiven Futterholer in allen Versuchskombinationen gleichmässig ihren Kropfinhalt verteilten, wurde in einer weiteren Versuchsreihe geprüft, ob bei gleichzeitiger Zusammengruppierung mit gleichviel (jeweils 20)  $\delta\delta$  des eigenen Nestes +  $\delta\delta$  einer fremden Form die Gefährtinnen des eigenen Nestes bevorzugt werden oder nicht. Wie Tabelle 2 zeigt, ist dies jedoch nicht der Fall.

TABELLE 2 : Übertragung von radioaktivem Kropfinhalt von 1 Futterholer an zusammen gruppierte  $\delta\delta$  des eigenen Nestes sowie einer fremden Art.

radioakt. Futterholer	Futterabnehmer			
	<i>polycetena</i> gefüttert	nicht gef.	<i>pratensis</i> gefüttert	nicht gef.
<i>polycetena</i>	20	—	20	—
<i>pratensis</i>	20	—	17	3

Eine Fortführung dieser hier angegebenen Experimentalarbeiten unter gleichzeitiger Hinzunahme von Königinnen ist erforderlichlich.

### C. Zusammenfassung.

Mit Hilfe von  $P^{32}$  wurde in genau kontrollierten Versuchsgruppen zunächst der Nahrungsaustausch zwischen  $\delta\delta$  untersucht. Die Weitergabe von Kropfinhalt wird durch die zwei Faktoren Zeit und Temperatur gesteuert. Bei optimaler Temperatur (24-26 °C) kann der Kropfinhalt einer einzigen  $\delta$  auf 80 Nestgenossen verteilt werden, wobei die primäre direkte Futterabgabe (maximal an 6-8  $\delta\delta$ ) zu sekundären Weiterverfütterungen führt. Bei quantitativer Auswertung zeigt sich, dass die Verteilung gleichmässig ist und einer Gauss-Verteilung folgt. Die erwähnte optimale Verteilungstemperatur von 24-26 °C entspricht der Durchschnittstemperatur in der Kuppel des Waldameisennestes während der Vegetationsperiode.

Auch geflügelte  $\delta\delta$  und  $\delta\delta$  beteiligen sich aktiv an der Nahrungsverteilung, desgleichen entflügelte  $\delta\delta$ . In reinen  $\delta\delta$ -Gruppen verläuft die Nahrungsverteilung ähnlich wie in  $\delta\delta$ -Gruppen.

Mit Hilfe der Isotopen-Methode liess sich eindeutig klären, dass die Königinnen bei Gegenwart einer genügend grossen Zahl von  $\delta\delta$  nicht mit Kropfinhalt, sondern mit hochwertigem Drüsenfutter versorgt werden. Gleiches gilt für die Geschlechtstierlarven. Bei Ameisen wurde damit erstmalig experimentell der Nachweis qualitativ verschiedener Fütterung erbracht.

In verschiedenen variierten Versuchsanordnungen wurde die Weitergabe von Kropfinhalt zwischen Angehörigen verschiedener Formen der Gattung *Formica* überprüft.

### RÉSUMÉ

A l'aide de  $P^{32}$  nous avons étudié, dans des conditions expérimentales bien définies, les échanges de liquide proventriculaire entre ouvrières de *Formica*. Les échanges sont conditionnés par deux facteurs : la température et le temps. A une température optimale (24-26 °C), le contenu entier du proventricule d'une ouvrière est distribué entre 80 autres. En premier lieu l'ouvrière fourageuse nourrit directement 6 à 8 ♀♀. Celles-ci nourrissent secondairement les autres.

Par une analyse quantitative, on voit que la distribution suit une courbe de Gauss.

Cette température optimale de 24 à 26 °C est identique à celle que l'on trouve dans les fourmilières pendant la période végétative.

Les ailés ♀♀ et ♂♂ prennent aussi une part active dans la distribution de nourriture. Il en est de même pour les ♀♀ qui n'ont plus leurs ailes.

Qu'il s'agisse de groupes d'ouvrières ou de groupes de femelles, la répartition du liquide proventriculaire se fait donc de la même manière.

La méthode des isotopes nous a permis de montrer qu'en présence d'un nombre suffisant d'ouvrières, les reines ne sont pas nourries de liquide proventriculaire, mais de liquide salivaire. Les larves sexuées dans les mêmes conditions sont, elles aussi, nourries exclusivement de salive. On supposait déjà qu'il existait différents modes d'échanges chez les Fourmis; mais c'est la première fois qu'ils ont été rigoureusement démontrés par une étude expérimentale.

De même nous avons pu prouver, à l'intérieur du genre *Formica*, la possibilité d'échanges de liquide proventriculaire, entre ouvrières d'espèces différentes.

### RIASSUNTO

Con l'aiuto del  $P^{32}$  sono stati studiati in condizioni sperimentali ben definite gli scambi di nutrimento fra operaie di *Formica*. L'offerta del liquido proventricolare è condizionata da due fattori : la temperatura e il tempo. Ad una temperatura ottimale (24-26 °C) il contenuto del proventricolo di un'unica operaia è distribuito ad oltre 80 compagne. L'operaia donatrice di cibo nutre in primo luogo direttamente 6-8 operaie le quali in un secondo tempo nutrono le altre. Da una analisi quantitativa risulta che la distribuzione segue una curva di Gauss. Questa temperatura ottimale di 24-26 °C è identica a quella che si trova nei formicai durante il periodo di attività.

Gli alati maschi e femmine hanno anch'essi una parte attiva nella distribuzione del nutrimento. Lo stesso avviene per le femmine senz'ali. La distribuzione del liquido proventricolare avviene con le stesse modalità tanto in gruppi di sole operaie quanto in gruppi di sole femmine.

Con il metodo degli isotopi è stato possibile dimostrare che in presenza di un numero sufficiente di operaie, le regine non sono nutrite con liquido proventricolare ma con liquido salivare. Le larve dei sessuati sono anch'esse nutrite esclusivamente con saliva. In tal modo, per la prima volta nelle formiche, sono stati dimostrati con uno studio sperimentale scambi nutritivi qualitativamente differenti.

Con svariate ricerche si è potuta provare la possibilità di scambi di liquido proventricolare fra operaie del genere *Formica* appartenenti a forme differenti.

## LITERATUR

- BIER, K. — 1958. Die Regulation der Sexualität in den Insektenstaaten. — *Ergebnisse der Biologie*, **20**, 97-126.
- GÖSSWALD, K. — 1951. Versuche zum Sozialparasitismus der Ameisen bei der Gattung *Formica* L. — *Zool. Jahrb. (Syst.)*, **80**, 533-582.
- 1952. Über Versuche zur Verwendung von Hilfsameisen zwecks Vermehrung der nützlichen Kleinen Roten Waldameise. — *Z. angew. Entomol.*, **34**, 1-44.
- GÖSSWALD, K. & K. BIER. — 1953 a. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. — *Naturwiss.*, **40**, 38-39.
- 1953 b. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. 2. Die Aufzucht von Geschlechtstieren bei *Formica rufa pratensis* (RETZ.). — *Zool. Anz.*, **151**, 126-134.
- 1954 a. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. 3. Die Kastendetermination von *Formica rufa rufo-pratensis minor* GÖSSW. — *Insectes sociaux*, **1**, 229-246.
- 1954 b. Untersuchungen zur Kastendetermination in der Gattung *Formica*. 4. Physiologische Weisellosigkeit als Voraussetzung der Aufzucht von Geschlechtstieren im polygynen Volk. — *Insectes sociaux*, **1**, 305-318.
- GÖSSWALD, K. & W. KLOFT. — 1956. Untersuchungen über die Verteilung von radioaktiv markiertem Futter im Volk der Kleinen Roten Waldameise (*Formica rufopratensis minor*). — *Waldhygiene*, **1**, 200-202.
- 1957. Neue Untersuchungen über die sozialen Wechselbeziehungen im Ameisenvolk, durchgeführt mit Radio-Isotopen. — *Vortrag III. Int. Kongr. d. Int. Union z. Studium d. sozialen Insekten*, Paris, *Zool. Beiträge* (im Druck).
- PENDLETON, R. C. & A. W. GRUNDMANN. — 1954. Use of  $P^{32}$  in tracing some insect-plant relationships of the thistle, *Cirsium inundulatum*. — *Ecology*, **35**, 187-191.
- WILSON, E. O. & T. EISNER. — 1957. Quantitative studies of liquid food transmission in ants. — *Insectes sociaux*, **4**, 157-166.

*Seit Einreichung des Manuskripts sind folgende weitere Arbeiten der Verff. erschienen :*

- GÖSSWALD, K. — 1959. Einblicke in das Staatenleben der Insekten auf Grund von radiobiologischen Studien. — *Natur u. Volk*, **89**, 209-213, 249-259.
- GÖSSWALD, K. & W. KLOFT. — 1958. Radioaktive Isotope zur Erforschung des Staatenlebens der Insekten. — *Umschau*, **58**, 743-745.
- KLOFT, W. — 1959. Direktes und indirektes Verfahren zur Messung der Beta-Strahlenabsorption von kleinen Gewebeschichten an Insekten. — *Glas+Instrumententechnik*, **3**, 79-82.

*(Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg.)*





DIE TROPHOBIOSE ZWISCHEN WALDAMEISEN  
UND PFLANZENLÄUSEN MIT UNTERSUCHUNGEN  
ÜBER DIE WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN  
PFLANZENLÄUSEN UND PFLANZENGEWEBEN (\*)

VON

W. KLOFT

---

A. 1. Einleitung.

Die Roten Waldameisen stehen zu einer Reihe von Pflanzenläusen in engen Wechselbeziehungen. Sie verschaffen sich mit den zuckerhaltigen Exkrementen der betreffenden Pflanzensauger eine Nahrungsgrundlage, die den auf engem Raum konzentrierten Völkern auch dann ein Überleben sichert, wenn in gradationsfreien Zeiten Insektenbeute nur in mässigem Umfange zur Verfügung steht. Es ist bekannt, dass bei einer Reihe von Pflanzenlaus-Arten, vor allem bei einigen Lachniden, im Zusammenhang mit den trophobiotischen Beziehungen zu den Ameisen die Populationsdichte gesteigert wird, und es steht ausser Zweifel, dass die Lachniden durch ihre Saugtätigkeit den Bäumen Substanz entziehen. Es wurde wiederholt betont (GÖSSWALD, 1943, 1951), dass durch diesen physiologisch im allgemeinen völlig unschädlichen Stoffentzug der Wald einen kleinen Teil der von ihm produzierten Assimilate den Waldameisen überlässt, wodurch diese in stetiger Einsatzbereitschaft gegen Forstschädlinge gehalten werden können. Im allgemeinen gelten die Lachniden forstwirtschaftlich als indifferent, von forstentomologischer Seite (WELLENSTEIN, 1930; GEINITZ, 1930-1939; GÖSSWALD, 1941, 1943, 1951; KLOFT, 1951, 1953) liegt eine Reihe neuerer diesbezüglicher Notizen vor. In neuester Zeit werden von verschiedener Seite (WELLENSTEIN & MÜLLER, 1954; MÜLLER, 1956; ZOEBELEIN, 1956; SCHMUTTERER, 1958) Bedenken hierzu geäussert und unter Verweis auf gelegentliche Schäden durch

(\*) Herrn Professor Dr. Dr. h. c. A. REICHENSPERGER zum 80. Geburtstag gewidmet.

Lachniden versucht, die positive waldhygienische Bedeutung der Roten Waldameise abzuschwächen. Aufgabe der vorliegenden Mitteilung ist es, zu einer Klärung der Problematik beizutragen. Dabei ist es dringend erforderlich, einige grundlegende Punkte, für die bisher eine Zusammenfassung noch fehlt, herauszustellen.

## B. 1. Die verhaltensphysiologischen Grundlagen der Trophobie.

Die trophobiotischen Beziehungen zwischen Ameisen und Pflanzenläusen sind in ihren verhaltensphysiologischen Grundlagen bisher noch sehr wenig bekannt gewesen, obwohl sie seit langem das Interesse weiter Kreise finden. Mit anthropomorphistischen Darlegungen über das sog. « Melken » der Aphiden lassen sich aber folgende Fragen nicht klären :

1. Warum werden von räuberischen Ameisen die besuchten Aphiden, insbesondere die beweglichen Aphiden, gepflegt und « gemolken » statt als Beute getötet und ins Nest eingetragen zu werden?
2. Warum werden nur gewisse Aphiden von Ameisen besucht, andere dagegen trotz Honigtau-Ausscheidung nicht?

In einer Experimentaluntersuchung wurden diese Fragen bearbeitet (KLOFT, 1957), es soll hier nur in Kürze auf deren überaus verblüffendes Ergebnis verwiesen werden : Die Aphiden werden wegen der schematischen Ähnlichkeit ihrer hinteren Körperregion mit der Kopf-Form von Ameisen sowie auf Grund von Verhaltensweisen, die ebenfalls eine schematische Ähnlichkeit mit dem Verhalten futter anbietender Ameisen aufweisen, von den Ameisen nicht als Fremd-Organismen sondern *als Nestgenossen behandelt*. Sie stellen für hungrige Ameisen das angeborene Auslöse-Schema (innate releasing mechanism) zur Betätigung der Instinkthandlung « Futterbetteln bei anderen Ameisen » dar und werden daher von den Ameisen mit den gleichen Fühler- und Beinbewegungen angebettelt, mit denen auch Ameisen zur Futterabgabe durch Regurgitation (= Mund-zu-Mundfütterung durch ausgewürgten Kropfinhalt) veranlasst werden. Modellversuche zeigten, welche Mindestmerkmale ein solches Auslöse-Schema benötigt : es muss rund bis oval sein, eine gewisse, zur Ameise in Proportion stehende Grösse und zwei nach hinten seitlich stehende Borsten besitzen. Letztere stellen das Schema der Fühler des Ameisenkopfes dar. Bei sehr weitgehender trophobiotischer Anpassung der Aphiden an die Ameisen, wie man sie gerade bei einigen Lachniden-Arten findet, wird durch Anheben der Hintertibien in horizontale Lage beim Herannahen von Ameisen das Schema der Antennen (sonst durch die Abdominalsiphone vertreten) in ganz hervorragender Weise repräsentiert (vgl. Abb. 1). Dabei treten die Tibien des letzten

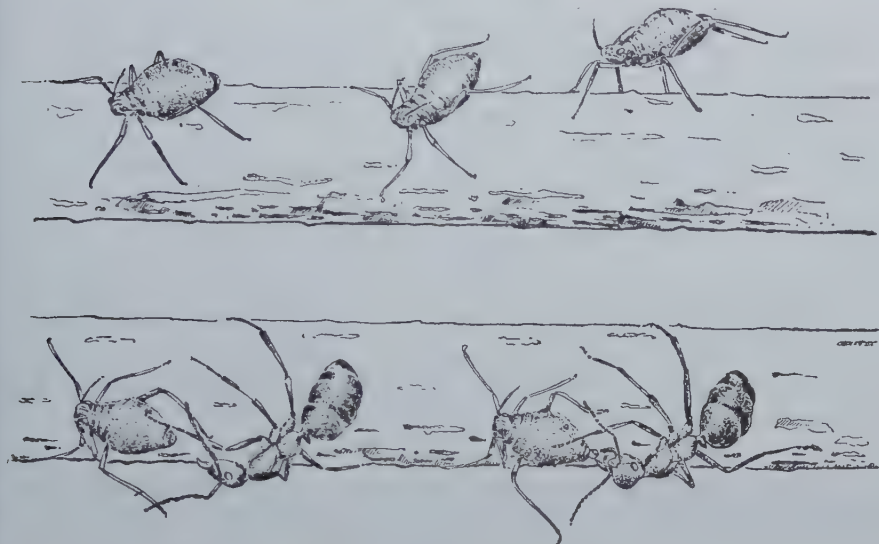


ABB. 1. — Verhalten von *Lachnus roboris* L. bei Ameisenbesuch. Die Aphiden heben bei der (vermutlich durch Erschütterungssinnesorgane wahrgenommen) Annäherung von Ameisen die Hintertibien in die horizontale Lage. Die Ameisen treten beim « Betrillern » (« Traire ») der Läuse mit deren Hintertibien in einen Schlagwechsel ein. (T. Fenzl pinx.)

Beinpaares mit den Antennen der bettelnden Ameise in einen Schlagwechsel ein, welcher der « Fühlersprache » zwischen zwei sich fütternden Ameisen völlig entspricht. Von seiten der Laus bedeutet dieser Vorgang lediglich eine Abwehrreaktion; Aphiden verteidigen sich nämlich (insbesondere bei Reduktion der Abdominalsiphone) sehr häufig mit ihrem 3. Beinpaar.

Die vorstehenden Ergebnisse erklären auch, warum nicht alle Aphiden angebettelt werden: Angebettelt werden nur solche Formen, die das *Auslöseschema repräsentieren*. Insbesondere durch Wachausscheidungen wird das Auslöse-Schema aber *maskiert*, d. h. die Ameisen werden nicht zur Ausübung des Futterbettel-Verhaltens veranlasst und es kann keine echte Trophobie mit solchen Aphiden-Arten zustande kommen. Wird in solchen Fällen Honigtau aufgenommen, so wird dieser lediglich auf Grund seines Geruches, etc. aufgenommen, es entsteht aber keinerlei direkte Beziehung zwischen Ameise und Aphide.

Gerade darin liegt aber eine forstwirtschaftlich ganz entscheidende Tatsache: Die typischen Forstschädlinge im eigentlichen Sinne unter den Aphiden sind aber mit einer Ausnahme (*Schizodryobius pallipes* HTG., vgl. weiter unten) fast durchweg mit reichlicher Wachswolle versehen. Genannt seien hier nur einige Formen wie z. B. die Minderen, die *Dreyfusia*-Arten, die Douglasienwoll-Laue, *Prociphilus*

*fraxini* HTG., die Buchenblattlaus *Phyllaphis fagi* L. Zu allen solchen Wachswolle ausscheidenden Aphiden, also gerade zu den forstschädlichen Arten, steht somit die Rote Waldameise in keinerlei trophobiotischer Beziehung, es kann ihr also nicht der Vorwurf der Förderung typischer Forstschädlinge gemacht werden. ZOEBELEIN (1956) schreibt, dass nach seinen eigenen Beobachtungen nur 4 forstschädliche Homopteren, nämlich *Schizodryobius pallipes* HTG., und mit Einschränkung auch *Phyllaphis fagi* L., *Prociphilus fraxini* HTG. und *Dreyfusia nüsslini* CB von Waldameisen besucht werden. Er macht dabei selbst schon für die 3 letztgenannten Arten eine Einschränkung, die von uns dahingehend präzisiert wird, dass hier keinerlei direkte Beziehung, keine Trophobie vorliegt. Auf die phytopathologische Sonderstellung von *Schizodryobius pallipes* HTG. wird im folgenden Kapitel näher verwiesen.

## B. 2. Zur Frage der pflanzenphysiologischen Auswirkungen einiger mit Waldameisen in trophobiotischen Beziehungen stehender Pflanzenläuse.

### a) DIE ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHEN TYPEN VON PFLANZENLÄUSEN.

Im Zusammenhang mit dem Trophobie-Problem muss auch auf die bei den verschiedenen Pflanzenläusen unterschiedliche Art der Nahrungsaufnahme eingegangen werden. Wir müssen im wesentlichen unterscheiden zwischen *Parenchymsaugern* und *Phloemsaugern*, der ebenfalls vorkommende Typus des Xylemsaugers spielt unter unseren Klima-Verhältnissen keine Rolle.

Wie der in Tab. 1 durchgeführte Vergleich zwischen den beiden Haupttypen von Pflanzensaugern (hier bezogen auf Blattläuse und Schildläuse) zeigt, bestehen tatsächlich sehr tiefgreifende ernährungsphysiologische Unterschiede zwischen beiden Gruppen, die zwangsläufig auch zu markanten Unterschieden hinsichtlich der Beziehungen zu Ameisen führen. Eine echte Trophobie kann danach nur mit Siebröhren (= Phloem-)Saugern zustande kommen. Trophobiotische Beziehungen i. e. Sinne scheiden also für alle Parenchymsauger von vorneherein aus, von den Phloemsaugern kommen Formen mit reichlicher Wachswolle-Ausscheidung ebenfalls nicht in Betracht. Die zu den Schildläusen gehörigen phloemsaugenden *Kermidae* (z. B. *Kermes quercus* L.) und *Lecanidae* (z. B. die *Physokermes*-Arten) entsprechen vermutlich nicht dem erwähnten Auslöseschema, auch hier wird man daher nicht von Trophobie sprechen dürfen. Es verbleiben somit für die forswirtschaftlich genutzten Baumarten praktisch nur die Lachniden oder Rindenläuse als mit Ameisen in echter Trophobie-Beziehung lebende Pflanzenläuse. Es ist daher erforderlich, alle Überlegungen über eventuelle « Trophobie-Schäden » im Walde auf die Lachniden zu beziehen.



TABELLE 1 : Vergleich parenchymsaugender mit phloemsaugenden Pflanzenläusen nach verschiedenartigen Gesichtspunkten.

	PARENCHYMSAUGER	PHLOEMSAUGER
Einstich	vorwiegend interzellulär, es werden auch Zellen durchstochen.	vorwiegend interzellulär, selten werden Zellen durchstochen.
Saugort	interzellulär im Blatt oder Rindenparenchym.	intrazellulär in der Zellsaftvakuole der Siebröhrenzellen.
Speichelsekretion in das Pflanzengewebe	mehr oder minder kontinuierlich (während der Nahrungsaufnahme in rel. grosser Menge).	nur bei Einstich bzw. Herausziehen der Mundwerkzeuge in rel. sehr kleinen Mengen. Nicht während der Nahrungsaufnahme.
Honigtau-Abscheidung	nur in sehr geringen Mengen, meist nur in best. Stadien ganz langsam herausquellend. Manche Formen, z. B. <i>Diaspidinae-Coccoidea</i> , scheiden keinen aus.	reichlich rel. häufige Abgabe von Tröpfchen.
Trophobie mit Ameisen	keine echte Trophobie vorkommend, da Tiere nicht dauernd auf Reize hin Honigtau ausscheiden können.	bei nicht Wachswolle ausscheidenden Aphiden mit entsprechender Honigtau-Zusammensetzung echte Trophobie.
Beweglichkeit	weitgehend eingeschränkt, Tiere meist sessil.	meist ziemlich gross bei Aphiden, auch noch bei <i>Pseudococcinae</i> , häufiger Wechsel des Saugortes. Sessil sind phloemsaugende Cocciden wie <i>Kermidae</i> und <i>Lecanidae</i> .
Auswirkungen auf die Pflanze	Stoffentzug rel. gering, bei Massenbefall jedoch zu beachten. Durch Injektion rel. grosser Mengen Speichels meist cytologische Veränderungen mit erheblichen Stoffwechselstörungen, spez. Respirationserhöhungen.	Stoffentzug, Stoffwechselstörungen vor allem bei Rindensaugern gering bzw. völlig fehlend (Ausnahme: <i>Schizodryobius pallipes</i> Htg.).

#### b) PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN VON LACHNIDEN BESOGENEN PFLANZENGEWEBEN.

Nachdem es bisher weitgehend an physiologisch ausgerichteten Untersuchungen über die Auswirkungen der Saugtätigkeit von Pflanzenläusen auf das von ihnen besogene pflanzliche Gewebe gefehlt hat, wurden in unserem Würzburger Institut für Angewandte Zoologie diesbezügliche Grundlagen-Untersuchungen in Angriff genommen.

Herrn Professor Dr. K. GÖSSWALD bin ich zu grossem Dank dafür verpflichtet, dass er mit allen ihm zu Gebote stehenden Mitteln u. a. auch durch Beurlaubungen an Spezialinstitute (Institut f. spezielle Botanik, Zürich; Institut für Forstbotanik, München; Institut für Biophysik, Frankfurt/Main) diese Arbeiten objektiv und grosszügig gefördert hat. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die gewährten Beihilfen.

Es zeigte sich dabei, dass die lebende Pflanze auf den Einstich von Pflanzenläusen sehr lebhaft reagieren kann. Im einzelnen können eintreten: Störungen der Wasseraufnahme sowie Transpiration, Änderungen der Wasserpermeabilität der betroffenen Zellen im Stichbereich, Störungen der Respiration sowie auch (bei Blättern) der Photo-

synthese der besogenen Pflanzengewebe (KLOFT, 1954, 1955 a, b, KLOFT & MAREK, 1955; KLOFT, 1956; MAREK & KLOFT, 1956; KLOFT, 1956 a, b; 1957). Dabei ist wiederum von grundlegender Bedeutung, dass ein tiefgreifender Unterschied zwischen Parenchymsaugern und Phloemsaugern besteht (vgl. Tab. 1). Die Auswirkungen parenchymsaugender Insekten auf die Pflanze sind sehr viel stärker als die im Phloem saugender Pflanzenläuse, eine Tatsache, die bei einem Vergleich der Ernährungsphysiologie beider Typen ohne weiteres einleuchtet. Während nämlich der Siebröhren- (= Phloem) Sauger nur unter Überdruck stehende Assimilate leitende Bahnen anzapft, muss der Parenchymsauger, der oftmals tage-bis wochenlang an ein und derselben Stelle interzellulär seine Stechborsten versenkt hat, die Pflanze durch seinen Speichel zu stoffwechselphysiologischen Reaktionen an der Stichstelle zwingen, um sich einen Nahrungszustrom über längere Zeit zu sichern. So konnten an von *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. befallenen Rindenproben Respirationssteigerungen von 100 % im Vergleich zu unbefallenen gleichartigen Rindenproben gemessen werden. Auch die an Tannennrinde lebenden *Dreyfusia*-Arten, typische Parenchymsauger, erhöhen sehr stark den Stoffwechsel der befallenen Rindenanteile. Bei einer am Phloem von Blättern saugenden Aphide, *Myzus ascalonicus* DONC. betrug diese Respirationssteigerung nur etwa 10 %, allerdings wurden hier auch Assimilationshemmungen registriert.

Die entscheidende Frage ist jetzt : wie verhalten sich in dieser Hinsicht die von mit Waldameisen in Trophobiose-Beziehungen stehenden Lachniden besogenen Gewebe unserer Nutzhölzer im Walde?

Zunächst darf gesagt werden, dass Assimilationshemmungen bei Rindenläusen nicht zu erwarten sind, da sie nicht direkt assimilierende Gewebe wie Blätter bzw. Nadeln besaugen. Da trotzdem mit einer Fernwirkung gerechnet werden muss, wurden entsprechende Versuche mit zwei Lachnidenarten unter Verwendung eines Ultrarotabsorptionsschreibers (\*) (URAS) durchgeführt (Tab. 2). Assimilationsbeeinflussungen waren erwartungsgemäss nicht zu registrieren, dagegen konnten gelegentlich kurzfristige geringfügige Senkungen der Wasserbilanz

TABELLE 2 : Wirkung von Lachniden auf Assimilation, Transpiration und Wasseraufnahme ihrer Wirtspflanze.

LACHNIDE	WIRTS-PFLANZE	WIRKUNG AUF	
		Assimilation	Wasser-Aufnahme u. Transpiration
<i>Cinara nuda</i> MORDV.	Kiefer	keine Wirkung	keine Wirkung
<i>Lachnus roboris</i> L.	Eiche	keine Wirkung	gelegentlich kurzfristige, schwache Senkung (5-8 %) in den ersten beiden Stunden nach dem Aufsetzen.

(\*) Für freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes danke ich Herrn Prof. Dr. Dr. B. RAJEWSKY, Direktor des Max-Planck-Instituts für Biophysik in Frankfurt-Main.

von Eichenzweigen nach Besetzen mit *Lachnus roboris* L. festgestellt werden. Nach 2 Stunden waren diese Effekte — offenbar auf Grund von Desensibilisierungserscheinungen (vgl. KLOFT, 1956 a) — wieder völlig verschwunden, man kann sie unter keinen Umständen als Schädigung bezeichnen.

Eine etwas grössere Zahl von Untersuchungen konnte mit Hilfe der manometrischen Technik (Warburg-Apparatur, Typ V L der Firma Braun/Melsungen) zur Beeinflussung der Respirationsrate durch Lachniden besogener Pflanzengewebe durchgeführt werden. Die in Tabelle 3 dargestellten Ergebnisse vermitteln eine vorläufige Übersicht. Es wird damit gezeigt, dass die beiden *Schizodryobius* — Arten sich ganz scharf von den übrigen Laub- und Nadelholz-Lachniden abtrennen lassen.

TABELLE 3 : Wirkung verschiedener Lachniden auf die Respiration der besogenen Gewebe.

LACHNIDE	WIRTSPFLANZE z. T. mit Angaben über die Befallsart	WIRKUNG AUF DIE RESPIRATION DES besogenen Rindengewebes
<i>Schizodryobius pallipes</i> HTG. (= <i>Lachnus exsicicator</i> ALT.)	<i>Fagus silvatica</i> L. a) frischer Befall b) Altbefall mit Rinden- rissen und Pilzbefall.	Steigerung auf 105-130 % des Normalwertes. Steigerung auf 120-130 % des Normalwertes.
<i>Schizodryobius longirostris</i> MORDV.	<i>Quercus Robur</i> L. <i>Qu. sessiliflora</i> SALISB.	Steigerung auf 110-130 % des Normalwertes.
<i>Lachnus roboris</i> L.	<i>Quercus Robur</i> L. <i>Qu. sessiliflora</i> SALISB.	keine Wirkung.
<i>Cinara nuda</i> MORDV.	<i>Pinus silvestris</i> L.	keine Wirkung.
<i>Cinaropsis piceicola</i> CHOLODE <i>Lachnus bogdanovi</i> MORDV.	<i>Picea excelsa</i> LK. <i>Picea excelsa</i> LK. a) bei längerem Befall. b) Zweig frisch besetzt.	keine Wirkung. keine Wirkung. kurzfristige Atmungssteigerung bis auf 110 % des Normalwertes (nur schwach gesichert : $P < 0,05 > 0,02$ ). Nach 24 h nicht mehr nachweisbar.

*S. pallipes* erzeugt durch ihr Saugen die bekannten Kambialwucherungen, die vielfach zum Aufplatzen der Rinde führen. Offenbar wirkt die Sekundärinfektion mit Pilzen (*Nectria* spp.) ihrerseits noch stärker stoffwechselsteigernd als der Aphidenbefall selbst. Auch die Eiche kann auf die Saugtätigkeit der sehr nahestehenden *S. longirostris* mit leichten Kambialwucherungen reagieren (SCHMUTTERER, 1956), allerdings scheint das bei den einzelnen Eichenherkünften sehr verschieden zu sein, denn obwohl wir umfangreiche Schnittserien durchgeführt haben, konnten wir bisher im unterfränkischen Gebiet weder makroskopisch noch mikroskopisch sichtbare Wucherungen feststellen.

Im Gegensatz dazu lässt sich weder bei *L. roboris* noch bei den untersuchten Nadelholzkoniferen eine Stoffwechselbeeinflussung feststellen. Der Versuch mit *L. bogdanovi*, die experimentell auf den Zweig einer vorher unbefallenen Fichte übertragen wurde, zeigt, dass lediglich kurz nach dem Anstich (5-6 h) mit einer geringfügigen Respirationssteigerung gerechnet werden kann, die nach einem Tag nicht mehr nachweisbar ist, vermutlich auf Grund von Desensibilisierungseffekten. Es wird somit auch von dieser rein stoffwechselphysiologischen Seite her die Harmlosigkeit der wichtigsten Lachnidenarten erwiesen. Die Ausnahmestellung der beiden *Schizodryobius*-Arten, vor allem der Buchenkrebslaus, erfordert noch eine gesonderte Besprechung.

Abschliessend soll noch darauf verwiesen werden, dass frühere Untersuchungen (KLOFT, 1951, a, b) über die Möglichkeit eines wachsstoffartigen Effektes der Pflanzenläuse auf Pflanzengewebe durch neuere Untersuchungen (KLOFT, 1956 b) eine interessante Erklärungsmöglichkeit finden. Wenngleich keine Wachstumsstoffe vom Typ der aus Pflanzen bekannten gefunden werden konnten, so liess sich doch durch unsere Untersuchungen das Vorhandensein recht erheblicher Mengen freier Aminosäuren im Speichel von Wanzen, Aphiden und Cocciden feststellen. Diese freien Aminosäuren, deren physiologische Effekte auf lebendes Pflanzengewebe wir untersucht haben, besitzen aber durchaus eine Wachstumswirkung auf pflanzliches Gewebe. Ebenso wie dadurch eine Erklärungsmöglichkeit für das Zustandekommen der Wucherungen bei *Schizodryobius*-Befall gegeben ist, darf auch mit der Möglichkeit einer günstigen Wachstumsbeeinflussung durch Koniferen-Lachniden (vgl. KLOFT, 1951) gerechnet werden.

### C. 1. Besprechung der Ergebnisse.

Das vorstehende Kapitel dürfte beweisen, dass unter der Leitung von K. GÖSSWALD bei Anwendung moderner Arbeitsverfahren sowie unter Herausarbeitung neuer Gesichtspunkte, versucht wird, ein objektives Bild über mögliche Schadwirkungen der Lachniden auf die Pflanzengewebe zu gewinnen. Es geht aus unseren eigenen Untersuchungen hervor, dass durchaus solche Wirkungen möglich sind, vor allem dann, wenn mehrere Faktoren wie schlechte Wachstumsdisposition von Jungpflanzen, Trocknis, Pilzbefall und Primärbesiedelung durch Lachniden ohne bereits erfolgte Desensibilisierung zusammentreffen. Es muss jedoch gefordert werden, dass solche Sonderfälle nicht kritiklos verallgemeinert und zur Grundlage einer grundsätzlich negativen Beurteilung der waldhygienischen Bedeutung der Roten Waldameise gemacht werden. Vielmehr muss das Trophobiose-Problem im Gesamtrahmen der Waldhygiene richtig und objektiv



gesehen werden. Es kann im Rahmen dieser Arbeit nur in Kürze auf einige Punkte verwiesen werden :

1. STOFFENTZUG. — Die Läuse entziehen dem Phloem Stoffe in einer nachgewiesenermassen für das assimilatleitende System unschädlichen Form. Der Stoffentzug ist nicht gering, die Mengenberechnungen ZOEBELEINS (1956) erscheinen uns jedoch zu wenig gesichert. Sie beruhen im wesentlichen darauf, dass die an den Stämmen aufwärts laufenden Ameisen gezählt wurden und aus der verschiedentlich ermittelten Gewichts Differenz zwischen aufwärts — und abwärts laufenden Ameisen auf die eingetragene Honigtaumenge geschlossen wurde. Dabei wird von der inzwischen von zwei Seiten widerlegten (GÖSSWALD & KLOFT, 1956; WELLENSTEIN, 1957) Voraussetzung ausgegangen, die ohne sichtbare Beute nur mit gefüllten Kröpfen einlaufenden Ameisen seien ausschliesslich Honigtau-Träger. Es ist jedoch so, dass ein rel. grosser Prozentsatz von Ameisen den Kropf mit Insektennahrung gefüllt hat. Auch OTTO (1958) konnte zeigen, dass der extraintestinalen Verdauung tierischer Beute am Erbeutungsort eine grosse Bedeutung zukommt. Damit werden die von ZOEBELEIN gegebenen Zahlen in ihrer Bewertung doch recht problematisch, ganz abgesehen davon, dass nach der Äusserung des Autors selbst (p. 147) es sehr schwierig ist, auf Grund der Stichproben » allgemeine Regeln für den Belauf aufzustellen. Für eine genaue Berechnung des Gesamteintrages wäre es notwendig, ein ganzes Jahr hindurch Tag für Tag Auszählungen vorzunehmen « (wörtl. zit.). Nach den Ausführungen von MÜLLER (1955) würde ein mittelgrosses Ameisennest in einem Jahre Honigtau verbrauchen, der einem Holzmassenzuwachs im Werte von 0,50 bis 1,00 DM äquivalent ist. Dies ist ein Betrag, der forstwirtschaftlich bedeutungslos ist und sich wegen der vorbeugenden Wirkung der dadurch einsatzfähig gehaltenen Ameisen jederzeit rechtfertigen wird. Allein die Unterdrückung des forstwirtschaftlich meist kaum bemerkten Naschfrasses schädlicher Insekten dürfte einen solchen Stoffentzug mehr als kompensieren.

Weiterhin muss ausdrücklich darauf verwiesen werden, dass auch ohne Vorhandensein der Roten Waldameise Lachniden immer anwesend sind. Sie können sich auch unter der Pflege anderer Ameisenarten, insbesondere der Gattungen *Camponotus*, *Lasius*, *Serviformica* und *Myrmica* sehr gut und vielfach in grossen Mengen entwickeln. So fanden wir im Kiefern-Revier Heidelberg des Forstamtes Altdorf/Mittelfr. nahezu auf jeder Kiefer starke, unter der Pflege der Sandameise *Serviformica cinerea* MAYR. stehende Lachnidenkolonien vor (KLOFT & LANGE, 1953). Beim Versuch einer exakten Bewertung des Stoffentzuges durch Baumläuse darf daher unter keinen Umständen der Gesamtbetrag als durch die Trophobie der Roten Waldameise verursacht hingestellt werden. Hinzu kommt noch, dass ein in

Fichtenrevieren sehr hoher Anteil des Honigtaues von den *Physokermes*-Arten produziert wird, zu denen keine echten Trophobie-Beziehungen bestehen dürften und deren Massenwechsel auch nach *Schmutterer* durch Ameisen nicht beeinflusst wird.

2. SCHÄDIGUNGEN. — Unsere Untersuchungen haben von der physiologischen Seite her gezeigt, dass die beiden *Schizodryobius*-Arten, besonders *S. pallipes*, Schädigungen verursachen können. Sie haben aber zugleich auch die schon früher betonte weitgehende Indifferenz von *L. roboris* sowie der Koniferen-Lachniden untermauert. Schädigungen durch die zuletzt genannten Formen stellen daher nicht die Regel dar und dürften auch forstwirtschaftlich belanglos sein. Hinsichtlich der Schädigungen der Buche durch *S. pallipes* darf angeführt werden, dass diese Aphide auf Grund unserer Untersuchungen (GÖSSWALD & KLOFT, unpubl.) als weitgehend trockenheits- und wärmeliebendes Insekt angesprochen werden muss, das im unterfränkischen Raum sowie in Nordwestdeutschland niemals in geschlossenen Buchenbeständen in der Nähe von Waldameisennestern nachgewiesen werden konnte. Lediglich an unnatürlich aufgelichteten Waldrändern (z. B. Autobahn-Schneisen) kann sich *S. pallipes* halten. Wie MÜLLER (1956) selbst schreibt, wird *S. pallipes* « als Pflanzenschädling selten genannt. Offenbar kann er sich nur unter besonders günstigen Bedingungen stark vermehren » (wörtl. zit.). Diese Bedingungen sind in erster Linie grosse Trockenheit und Wärme. Einen waldbaulichen Ausnahmefall stellt natürlich z. B. das Anpflanzen von Rotbuchenheistern in Kiefernanzpflanzungen der oberrheinischen Tiefebene dar. Entweder muss man in solchen Sonderfällen auf den Ameiseneinsatz verzichten oder die Schäden an den Heistern, die im erwähnten Falle nur den Kiefern das Hochkommen erleichtern sollen, hinnehmen bzw. an Stelle der Rotbuche etwa die Hainbuche einbringen.

Es ist selbstverständlich, dass unsere Kenntnisse des Komplexes Ameisen — Pflanzenläuse — Pflanzen bisher noch sehr lückenhaft sind. Dennoch liegt darin keine ausreichende Begründung, den Ameiseneinsatz immer noch wegen ungenügender Klärung der Verhältnisse abzulehnen. Es sollten im Gegenteil möglichst rasch grosse Versuchsflächen geschaffen werden, welche die Grundlage zu weitergehenden Untersuchungen darstellen.

## RÉSUMÉ

Nous avons pu mettre en évidence, à l'aide des méthodes de physiologie du comportement, les facteurs qui conditionnent les interrelations trophobiotiques entre fourmis et pucerons. Nous avons trouvé que les fourmis voient dans le comportement des Aphides le schéma d'offre de nourriture que présenterait n'importe quelle autre fourmi.

Chez tous les Aphides recouverts de cire cotonneuse, ce schéma est masqué; dans ce cas, il n'y a jamais de véritables interrelations trophobiotiques. La plu-

part des pucerons nuisibles en forêt sont justement revêtus de cette cire cotonneuse, et ne sont donc pas favorisés par les « Waldameisen ».

Nous avons montré les différences fondamentales qui séparent les deux types de pucerons, piquant soit dans le parenchyme, soit dans le phloem. La trophobiose n'est possible que dans le cas de ces derniers; les autres en effet sont incapables de produire du miellat en quantité suffisante.

L'effet phytopathologique des pucerons piquant le parenchyme est très grand dans la majeure partie des cas. Il est au contraire négligeable chez les Aphides capables d'interrelations trophobiotiques avec les « Waldameisen », à l'exception de deux espèces du genre *Schizodryobius*. Des dommages occasionnels sont évidemment possibles même pour les pucerons piquant le phloem, mais leur importance est toute relative si nous considérons l'ensemble du problème.

## RIASSUNTO

Sono stati messi in evidenza, con l'aiuto di metodi di fisiologia del comportamento, i fattori che condizionano correlazioni di trofobiosi fra Formiche ed Afidi. E' stato trovato che le Formiche vedono nel comportamento degli Afidi il meccanismo di offerta di nutrimento che presenterebbe una qualsiasi altra Formica.

In tutti gli Afidi ricoperti di cera lanuginosa questo meccanismo è mascherato ed in questo caso non esistono mai delle vere correlazioni trofobiotiche. La maggior parte degli Afidi nocivi alla foresta è rivestita da questa cera lanuginosa e non è quindi ricercata dalle Formiche del gruppo *F. rufa*.

Sono state chiarite le differenze fondamentali che separano i due tipi di Afidi che pungono il parenchima e il floema. La trofobiosi non è possibile che nel caso di questi ultimi; i primi effettivamente sono incapaci di produrre la melata in quantità sufficiente.

L'azione fitopatologica degli Afidi che pungono il parenchima è nella maggior parte dei casi molto grande. Però essa è trascurabile negli Afidi capaci di correlazioni trofobiotiche con le Formiche suddette eccetto in due specie del genere *Schizodryobius*. Se anche qualche danno occasionale può essere arrecato da parte degli Afidi pungenti il floema, l'importanza di tale danno è molto relativa se si considera l'insieme del problema.

## LITERATUR

- GEINITZ, B. — 1939. Honigtau, Bienenzucht und Forstwirtschaft. — *Verh. VII. Int. Kongr. f. Entomologie*, 1778-1791.
- GÖSSWALD, K. — 1941. Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich? — *Anz. f. Schädlingsk.de*, **17**, 1-7.
- 1943. Zur Beilegung von Meinungsverschiedenheiten über den Nutzen der roten Waldameise. — *Der Biologe*, **12**, 157-162.
- 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. — *Metta Kinau Verlag Lüneburg*, 160 pp.
- GÖSSWALD, K. & W. KLOFT. — 1956. Der Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) als Beute der Mittleren und Kleinen Roten Waldameise. — *Waldhygiene*, **2**, 205-215.
- KLOFT, W. — 1951 a. Vergleichende Untersuchungen an einigen Cocciden und Aphiden. — *Verh. d. Deutsch. Zoologen in Marburg* 1950, 290-296.
- 1951 b. Über die Einwirkungen einiger bienenwirtschaftlich wichtiger Rindenläuse auf das Pflanzenwachstum. — *Z. f. Bienenforsch.*, **1**, 56-62.
- 1953 a. Die Bedeutung einiger Pflanzenläuse in der Lebensgemeinschaft des Waldes. — *Mitt. BZA Berlin-Dahlem*, **H. 75**, 136-140.
- 1953 b. Waldameisen und Pflanzenläuse. — *Allg. Forstzeitschr.*, **8**, 529.
- 1954. Über Einwirkungen des Saugaktes von *Myzus padellus* HRL & RO ERS. (Aphidinae, Myzini CB) auf den Wasserhaushalt von *Prunus padus*. — *Phytopathol. Zeitschr.*, **22**, 454-458.



- 1955 a. Untersuchungen über die Tannenstammlaus *Dreyfusia piceae*. — *Waldhygiene*, **1**, 49-53.
- 1955 b. Untersuchungen an der Rinde von Weisstannen (*Abies pectinata*) bei Befall durch *Dreyfusia (Adelges) piceae* RATZ. — *Z. angew. Entomol.*, **37**, 340-348.
- 1956 a. Beeinflussung der Atmung und Photosynthese von Pflanzengewebe durch Pflanzenläuse. — *Naturwiss.*, **43**, 65.
- 1956 b. Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengewebe. — Habilitationsschrift 1956, *Z. angew. Entomol.*, **45+46**, i. Druck.
- 1956 c. Untersuchungen über pflanzensaugende Insekten und Reaktionen des Wirtspflanzengewebes. — *Berichte der Physik. — Med. Ges. Würzburg*, **68**, 64-72.
- 1957. Further investigations concerning the interrelationship between bark condition of *Abies pectinata* (= *A. alba*) and infestation by *Dreyfusia (Adelges) piceae typica* and *D. (A.) nusslini schneideri*. — *Z. angew. Entomol.*, **41**, 438-442.
- 1957. Versuch einer Analyse der trophobiotischen Beziehungen von Ameisen zu Aphiden. — *Vortr. III. Int. Kongr. d. U.I.E.I.S.*, Paris 1957, *Biol. Zbl.*, **78** (1959), 863-870.
- KLOFT, W. & R. LANGE. — 1953. Über einige entomologisch-ökologische Beobachtungen in einem extrem trockenheissen Biotop des Nürnberger Reichswaldes. — *Nachr. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg*, H. 40, 43-50.
- KLOFT, W. & J. MAREK. — 1955. Eine Methode zur zellphysiologischen Untersuchung der Wirkung von Aphidenstichen auf pflanzliches Gewebe. — *Naturwiss.*, **42**, 304.
- MAREK, J. & W. KLOFT. — 1956. Die Wirkung von Stichen der Zwiebellaus *Myzus ascalonicus* DONC. auf die Wasserpermeabilität der Epidermiszellen von *Allium cepa*. — *Naturwiss.*, **43**, 65-66.
- MÜLLER, H. — 1956 a. Der Massenwechsel einiger Honigtau liefernden Baumläuse im Jahre 1954. — *Insectes Sociaux*, **3**, 75-91.
- 1956 b. Können Honigtau liefernde Baumläuse (*Lachnidae*) ihre Wirtspflanzen schädigen? — *Z. angew. Entomol.*, **39**, 168-177.
- OTTO, D. — 1956. Über die Arbeitsteilung im Staate von *Formica rufa rufo-pratensis minor* GÖSSWALD und ihre verhaltensphysiologischen Grundlagen. — Diss. Leipzig 1956, *Abh. der D. Akad. d. Landwirtschaftswiss.*, Berlin, **30**, 166 pp.
- SCHMUTTERER, H. — 1956. Saugschäden an Eichen und Buchen durch Lachniden in Abhängigkeit von Ameisen-Trophobie. — *Z. angew. Entomol.* **39**, 178-185.
- 1958. Zur forstlichen Bedeutung der Nadelholzlachniden (*Homopt. : Aphid. : Lachnidae*). — *Anz. Schädlingsk.de*, **31**, 38-40.
- WELLENSTEIN, G. — 1930. Beiträge zur Biologie und Systematik der Rindenläuse (*Lachninae* c. b.). — *Z. Morph. u. Oekol. Tiere*, **25**, 154.
- 1952. Zur Ernährungsbiologie der roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Z. Pflanzenkr. und Pflanzensch.*, **59**, 430-451.
- WELLENSTEIN, G. & H. MÜLLER. — 1952. Pflanzenbeschädigungen durch Waldameisen. Ein Beitrag zur Ernährung von *Formica rufa* L. — *Z. Weltforstwirtschaft*, **17**, 43-48.
- ZOEBELEIN, G. — 1954. Versuche zur Feststellung des Honigtauertrages von Fichtenbeständen mit Hilfe von Waldameisen. — *Z. angew. Entomol.* **36**, 358-362.
- 1956. Der Honigtau als Nahrung der Insekten. — *Z. angew. Entomol.*, **38**, 369-416; **39**, 129-167.

(Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg.)



# DER HONIGTAU ALS NAHRUNG DER HÜGELBAUENDEN WALDAMEISEN (\*)

VON

Hans MÜLLER

---

Auf fast allen Bäumen und Sträuchern des Waldes leben Blatt-, Rinden- und Schildläuse (*Hemipteroidea*, *Homoptera*). Sie scheiden, während sie — meist in grosser Anzahl — Pflanzensäfte saugen, helle, zuckerhaltige Tropfen aus, die allgemein als *Honigtau* bekannt sind (7).

Für die Ernährung der Waldbiozönose ist der Honigtau weit wichtiger, als meist angenommen wird. Mehr als 240 Insektenarten leben von Honigtau, 2/3 davon sind Nützlinge (38). Viele leben länger und legen mehr Eier, wenn sie mit Honigtau gefüttert wurden. Für einige Ameisenarten ist er der wichtigste Bestandteil der Nahrung (20). Völker der nützlichen (9, 32) hügelbauenden Waldameisen (*Formica rufa* - Gruppe, 14) sammeln jeden Sommer 20 bis mehrere hundert kg Honigtau ein (22, 27, 30), ungefähr doppelt so viel wie erbeutete Insekten.

Starke Völker der kahlrückigen Waldameise *Formica polyctena* FÖRST. vernichten im Umkreis bis etwa 25 m vom Nest mehr als die Hälfte der auf den Bäumen fressenden Raupen und Blattwespenlarven, während Wirkungsgrad und -kreis junger, künstlich angesiedelter Ableger entsprechend geringer sind (33, 34).

Noch stärker beeinflussen die Ameisen die Populationsdichte der für sie lebensnotwendigen Honigtauerzeuger. Unter dem Schutz der Ameisen bringen auch einzelne Fundatrices fast unwahrscheinlich viele Nachkommen hervor. 60-70 Ameisen bewachten im April 1955 auf einer mannshohen Lärche eine einzige Laus — die Stammutter einer Population, die im Sommer Zweige und Stämmchen fast lückenlos bedeckte. Läuse sind besonders fruchtbar, wenn Ameisen sie durch dauerndes Betrillern mit den Antennen veranlassen, bis zu dreimal

(\*) Beobachtungen im Rahmen eines Forschungsauftrages, für dessen grosszügige Förderung ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft aufrichtig danke. Herrn Prof. Dr. Dr. G. WELLENSTEIN verdanke ich viele wertvolle Ratschläge und Hinweise.

mehr Honigtau auszuschcheiden (12) und damit entsprechend mehr Nährstoffe aufzunehmen. In den Sommermonaten graben die Ameisen an den Wurzeln von Fichten und Tannen (28, 29), seltener auch an Kiefern und Lärchen, Kammern, in die von den Bäumen herab Lachniden einwandern oder von den Ameisen hineingetragen werden. In diesen Wurzellausställen sind die Lachniden gegen Feinde und Trockenheit hervorragend geschützt. Ausserdem scheinen die Waldameisen Lachniden auch in ihren Nestern zu halten. Zur Zeit der Königinnenzucht sammelten sich in einigen der auf den Ameisennestern aufgestellten Fanggeräte Zehntausende von Lachniden zusammen mit den geflügelten Ameisen (KRUMSCHMIDT, mündliche Mitteilung).

In der Umgebung von Ameisennestern — gleich, ob sie alt und gross oder jung und noch klein sind, finden wir deshalb stets viel mehr — durchschnittlich 10-20 mal, sogar bis zu 100 mal mehr — Honigtau erzeugende Baumläuse als sonst im Bestand (28, 36).

Ameisen leben wohl zum guten Teil von den Zuckern des Honigtaus; *allein* davon aber können sie nicht existieren, denn zur vollwertigen Nahrung gehören auch *Eiweisse*. — In Formikaren nur mit Zuckerlösung gefütterte Ameisen degenerieren fettig und können nur wenig Brut aufziehen.

Honigtau von Lärchen enthält fast 3 % Stickstoffverbindungen, der von Ahorn 1-4 % und Eichenhonigtau 0,6 %, bezogen auf die Trockensubstanz (l. c. 16). Der Honigtau deckt den Eiweissbedarf eines Ameisenvolkes demnach nur zum Teil. Direkt und indirekt aber verschafft die Lachnidenzucht den Ameisen Fleischnahrung: Wenn eine Massenvermehrung der Lachniden aus pflanzenphysiologischen Gründen zusammenbricht (5, 17), dann tragen die Ameisen Massen von toten oder absterbenden Läusen in ihre Nester. Des weiteren sind Honigtaubesucher, die an warmen Sommertagen zu tausenden die Lausbäume umschwärmen, ein grosser Teil der Ameisenbeute. Im Roten Hau (Revier Ringingen, Oberschwaben) zogen hunderte von Ameisen nach einer 5 m hohen Eiche, um schwarze Fliegen (Bibioniden) zu fangen, die auf den Blättern nach Honigtauresten suchten.

Ameisen können durchaus in schädlingsfreien Wäldern leben (25). Die grössten natürlichen Ameisennester in den Kiefernwäldern bei Schwetzingen (nordbadische Binnendünen) liegen an Fichtenstreifen. Wohl haben die Ameisen die Kiefern in der Nestumgebung von Spanner- und Schwärmerraupen gereinigt — ihr Hauptsammelgebiet aber ist der Fichtenstreifen mit gegen 100 verlausten, aber schädlingsfreien Fichten.

In Schädlingsrevieren gedeihen künstliche Ableger, weil sie genügend Eiweissfutter haben, auch dann gut, wenn die Standortbedingungen weniger günstig sind, so auf einem Nordhang in 635 m Höhe

im Pfälzer Wald bei St. Martin. 1957 wurden dort 20-50 Spannerpuppen je qm gefunden.

Naturvölker wie künstliche Ableger vernachlässigten den Lausbesuch, wenn Massen von Forleulenraupen (3) oder abbaumende Larven der Fichtengespinstblattwespe *Cephalcia abietis* (18) ihre Aufmerksamkeit erregten.

Nach allen Untersuchungen — eigenen wie anderen — sind die Ameisen auf Lachniden als Lieferanten des Kohlehydratanteils ihrer Nahrung unbedingt angewiesen. Ihren Bedarf an eiweißhaltigem Futter können sie wohl besonders leicht aus den Massenpopulationen schädlicher Raupen decken. Anscheinend sind diese aber nicht zwingend notwendig, wenn genügend — forstlich indifferente — Insekten erbeutet werden können.

Der Forstschutzpraktiker siedelt Waldameisen an, « damit » sie schädliche Raupen dezimieren. Diese gehören wohl zur Nahrung der Ameisen, aber wir dürfen nicht verlangen, dass der « Ernährungsplan » der Ameisen immer zu unseren wirtschaftlichen Erwägungen passt!

### Die « Lausreviere » der Roten Waldameisen.

Die Roten Waldameisen besuchen über 60 Lausarten (30) und waren früher offensichtlich Mischwaldinsekten. So wie für die Forstwirtschaft Fichte und Kiefer heute die « Brotbäume » sind, wurden sie es auch für die Ameisen über die Lachniden, die auf ihnen leben. Daher beobachtete ich Ameisentätigkeit, Lausbesuch und Massenwechsel der Baumläuse sowohl in reinen Fichten- und Kiefernbeständen, als auch in Mischwäldern und wiederbewaldeten Kahlschlägen:

#### 1. Umgebung von Ringingen bei Ulm/Donau, Oberschwaben.

Höhe über NN = 600 m, mittlere Jahrestemperatur = 7 °C,  
mittlere jährliche Niederschlagshöhe = 700 mm, geologische  
Bodenbeschaffenheit: Tertiär,  
Fichtenwald und gemischte Kulturen.

#### 2. Graben-Neudorf, Schwetzingen, Philippsburg, Nordbaden.

105-110 m, 9 °C, 675 mm, diluviale Sande; reiner Kiefernwald  
oder Kiefern mit etwas Laubholz-Unterstand (Rotbuchen,  
Hainbuchen, Linden und *Prunus serotina*).

#### 3. Jockgrim, Südpfalz

115 m, 9 °C, 675 mm, diluviale Sande; alter Kiefern - Buchen-  
Wald mit Eichen und Hainbuchen.

#### 4. Daun-Ost, Eifel

460 m, 6-7 °C, 800 mm, devonischer Tonschiefer mit teilweiser  
vulkanischer Überlagerung;

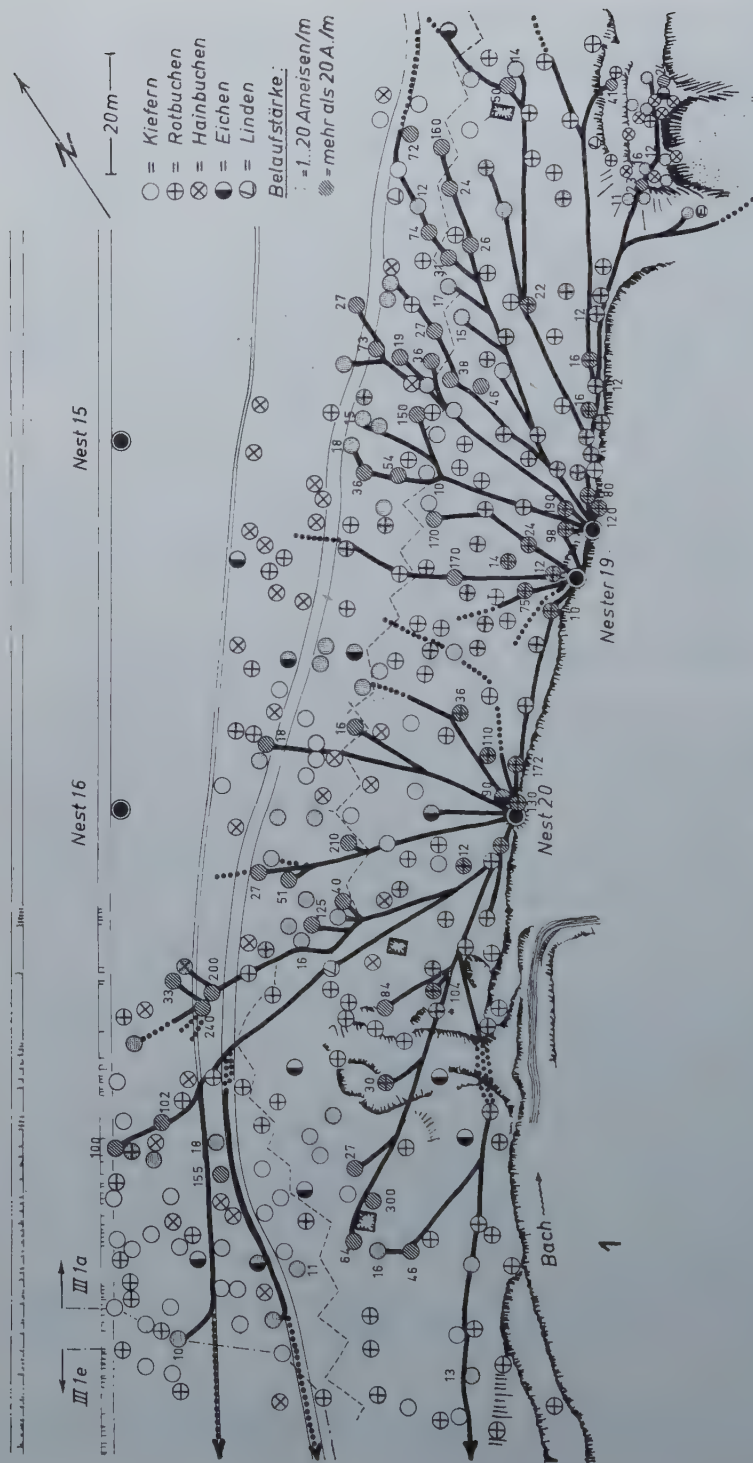


Abb. 1. — Bäume im Sammelgebiet der Völker 19 und 20 — Zahl der baumbesuchenden Ameisen — Ameisenkolonie Jockgrim — Römerstrasse.  
 Die kleinen Zahlen geben an, wieviele hundert Ameisen auf den Strassen (schwarze Linien) vom Nest bis in die Baumkronen unterwegs sind. Aufnahme am 11. 8. 1955.



Fichtenwälder mit Tannen und Buchen, wiederbewaldete Kahlschläge.

5. *Verschiedene andere Ameisenwälder in Baden-Württemberg und in Rheinland-Pfalz.*

Sämtliche Beobachtungsgebiete wurden 1 : 400 kartiert, so dass jeder Baum aufgenommen ist (wie in Abb. 1 und 2). Regelmässiges Auszählen der baumbesuchenden Ameisen erlaubt Aussagen über den Umfang der trophobiontischen Beziehungen der Ameisen zu den Läusen.

An jedem Lausbaum 6 Minuten lang die auf- und abbaumenden Ameisen zu zählen (28, 37, 38) ist in den grossen Lausrevieren starker Ameisenvölker nicht möglich. Jedoch lassen sich an einem einzigen Tag mehrere hundert Bäume kontrollieren, wenn man die *Ameisen* auf 1 m Stammlänge zählt. Die so ermittelten « Belaufstärke » (s. Legende Abb. 1) ist weitgehend von der Temperatur unabhängig, und zwischen 10 und ca. 17 Uhr an verschiedenen Bäumen gewonnene Werte sind gut vergleichsfähig.

Besonders aufschlussreich waren die Beobachtungen in der Ameisenkolonie Jockgrim — Römerstrasse (Abb. 1). An den Rändern eines ungefähr 130 Jahre alten Kiefern - Buchen - Waldes mit Eichen und Hainbuchen leben 6 Ameisenvölker : An der 16 m breiten Buchstrasse (oberer Kartenrand) liegen zwei kleinere — Nr. 15 und 16 — und das 5 m breite Sandnest Nr. 10. Nest 18 an einem mit Ginster bewachsenen Grasstreifen gegenüber 10jährigen Kiefern ist erst einige Jahre alt. Die Sammelgebiete der Völker 10 und 18 schliessen sich nordöstlich (rechts) an das in der Karte abgebildete Gebiet an. Gegen Südosten fällt das Gelände bis zum alten Schützengraben (---) zunächst ganz leicht, dann 8 m ziemlich steil bis auf die alte Rhein-niederung ab. Ein feuchter Graben trennt das Sammelgebiet der starken Völker 19 und 20 von Wiesen und Erlenried.

In Jockgrim liess sich prüfen, ob und wie die Lachniden auf verschiedenen Bäumen einander als Honigtaulieferanten ergänzen (vgl. 39, Lachnidenkalender). Nach Auszählungen an kleinen Bäumchen (17) sind im Frühjahr Kiefernläuse besonders häufig, während sich die Buchenrindenlaus *Schizodryobius pallipes* HTG. (= *Pterochlorus exsicicator* ALT.) erst im Sommer und im Herbst zu Massen vermehrt.

Dementsprechend laufen im Frühjahr die meisten Ameisen auf Kiefern, dagegen im Spätsommer auf Buchen, während die Kiefern wieder schwächer belaufen sind (Tab. 1). Zusätzliche Nahrung bieten im Frühling Schildläuse auf Eichen und Hainbuchen und auf der Linde Blattläuse und die Nektarien am Blattstielgrund. Dieses Zusammenspiel wiederholte sich in allen Jahren auf ähnliche Weise. Wie Kiefern und Buchen einander abwechseln, war 1957 am deutlichsten zu sehen.

Wieviele Ameisen zum Baumbesuch unterwegs sind (Abb. 1, kleine Zahlen, für Mitte August 1955), lässt sich aus *Belaufstärke* (*Baumhöhe + Länge der Strasse zum Nest*) errechnen, unter der Annahme, dass der Strom der lausbesuchenden Ameisen von den Baumkronen bis zum Nest gleich dicht ist. Der besseren Übersicht wegen fehlen die Angaben für alle diejenige Lausbäume, zu denen weniger als 1 000 Ameisen unterwegs waren.

Im Sammelgebiet der Völker 10 und 18 liefen fast 150 000 Ameisen zu den Bäumen, von den Nestern 19 und 20 aus beinahe 1/2 Million (Tab. 2). Diese Zahlen sagen m. E. mehr über die Volksstärke der Ameisennester aus, als blossе Schätzungen (10, Tabelle 1, Rubriken 1 und 2, besonders Nummer 35, 36, 38, 39, 41 und 44 bis 47).

Im Bereich der Nester 19 und 20 verteilte sich 1955 der Baumbesuch ganz anders als im Revier der beiden anderen Völker: Die Bewohner der Nester 19 und 20 besuchten Kiefern und Rotbuchen fast gleich stark (Tab. 2, linke untere Hälfte, fette Zahlen), während die Völker 10 und 18 fast nur Kiefern beliefen (fette Zahlen, rechte untere Hälfte der Tab.).

In den nächsten Jahren wurde der Unterschied noch deutlicher. Nur im Frühling sammelten die Völker 19 und 20 in starkem Masse bei Kiefernlachniden (Tab. 1), im Spätsommer und im Herbst spezialisierten sie sich immer mehr auf Buchenläuse. Offenbar gelingt einem Ameisenvolk die Zucht der Buchenlachniden desto besser, je stärker es ist. Schwache Völker halten nur kleinere Kolonien von *Schizodryobius pallipes* HTG. (= *exsiccator*) auf einzelnen Buchen und ernähren sich auch im Herbst hauptsächlich vom Honigtau der Kiefernrrindenläuse. Jahrelang anhaltende, von Waldameisen angeregte Gradationen des *S. pallipes* brechen zusammen, wenn man die Ameisenvölker durch starke Entnahme zur Ameisenvermehrung schwächt.

TABELLE 1: Verteilung des Baumbelaufes auf die verschiedenen Holzarten in % der Belaufstärkensumme (= Summe der Ameisen auf je 1 m Stammlänge aller belauften Bäume). — Völker 19 und 20, Ameisenkolonie Jockgrim — Römerstrasse.

	1955				1956			1957		
	April	Juni	Aug.	Okt.	Mai	Aug.	Okt.	Mai	Juli	Sept.
<b>Kiefern.....</b>	<b>74</b>	<b>79</b>	<b>56</b>	<b>38</b>	<b>51</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>77</b>	<b>22</b>	<b>1</b>
Eichen .....	11	17	1	1	38,5	4	2	15	7,5	1
Hainbuchen.....	3	0,4	0	0	2	0,8	0	2	0,5	—
Linden .....	2	0,2	0,2	—	0,3	0,2	—	0,1	—	—
<b>Rotbuchen .....</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>61,5</b>	<b>8</b>	<b>92</b>	<b>96</b>	<b>6</b>	<b>70</b>	<b>98</b>

TABELLE 2 : Baumbesuch der Völker 19 u. 20 und 10 u. 18 im August 1955. Ameisenkolonie Jockgrim — Römerstrasse

	Revier Anz.d. Laus- bäume	der Völker mittl. Belauf- stärke	19 u. 20 Anzahl der baumbesuch. Ameisen	Revier Anz.d. Laus- bäume	der Völker mittl. Belauf- stärke	10 u. 18 Anzahl der baumbesuch. Ameisen
Kiefern .....	95	42,6	346 500	56	47,5	140 900
Rotbuchen .....	67	46,0	142 300	14	4,0	2 860
Hainbuchen .....	3	1,0	300	9	3,0	1 020
Eichen .....	8	9,6	3 500	5	2,6	740
Linden .....	1	13	900	—	—	—
gesamt	174	41,5	493 500	84	32,8	145 520

in %	Anteil a. d. Bel.-st.-Summe			Anteil a. d. Bel.-st.-Summe		
Kiefern .....	55	<b>56</b>	70	67	<b>96,5</b>	97
Rotbuchen .....	38,5	<b>43</b>	29	17	<b>2</b>	2
Hainbuchen .....	2	0	0,1	11	1	1
Eichen .....	5	1	0,7	6	0,5	0,5
Linden .....	0,5	0,2	0,2	—	—	—

Belaufstärke = Anzahl der Ameisen auf einem Meter Stammlänge.

Belaufstärken-Summe = Summe der Ameisen auf je 1 m Stammlänge aller belauften Bäume.

### Massenwechsel verschiedener Baumläuse.

Wie viele Lachniden im Sammelgebiet eines Ameisenvolkes leben, lässt sich in Hochwäldern nicht bestimmen. Für solche Untersuchungen eignen sich jedoch Kulturen aus etwa mannshohen Bäumchen, an denen man die Läuse zählen kann, ohne sie und die Ameisen zu stören.

In der Ameisenkolonie Roter Hau (Revier Ringingen) sitzen 9 starke Nester am Südost- und Südwestrand eines 60-70jährigen Fichtenreinbestandes mit einzelnen Kiefern-Überhältern. Nach 50 schliesst sich, jenseits eines 3 m breiten Weges eine 14 m breite, etwa 10 Jahre alte Fichtendickung mit ca. 15jährigen Buchen an (Abb. 2). In der Mitte dieses Streifens wohnt ein weiteres starkes Volk, dessen Sammelgebiet sich auch über einen 30 m breiten Kahlschlagstreifen erstreckt, der locker mit knapp 1 m hohen Kiefern, reichlich 2 m grossen Lärchen und 1-1,5 m hohen Birken und Fichten bewachsen ist und 1954 in den Zwischenräumen mit kleinen Fichten ausgepflanzt wurde.

An 77 Lärchen (Abb. 2  $\triangle$ ), 65 Kiefern ( $\square$ ), 65 Birken ( $\circ$ ) und 53 Fichten ( $\diamond$ ) auf dem Kahlschlag wurden jeden Monat die Läuse gezählt, während in der Dickung die Bäumchen so dicht standen, dass sich nur feststellen liess, welche Buchen ( $\nabla$ ) befallen waren.

Nicht alle Bäumchen waren verlaust, auch in der Nähe des Nestes nicht (Abb. 3). Durchgehend von Mai bis November waren nur 13 Bir-

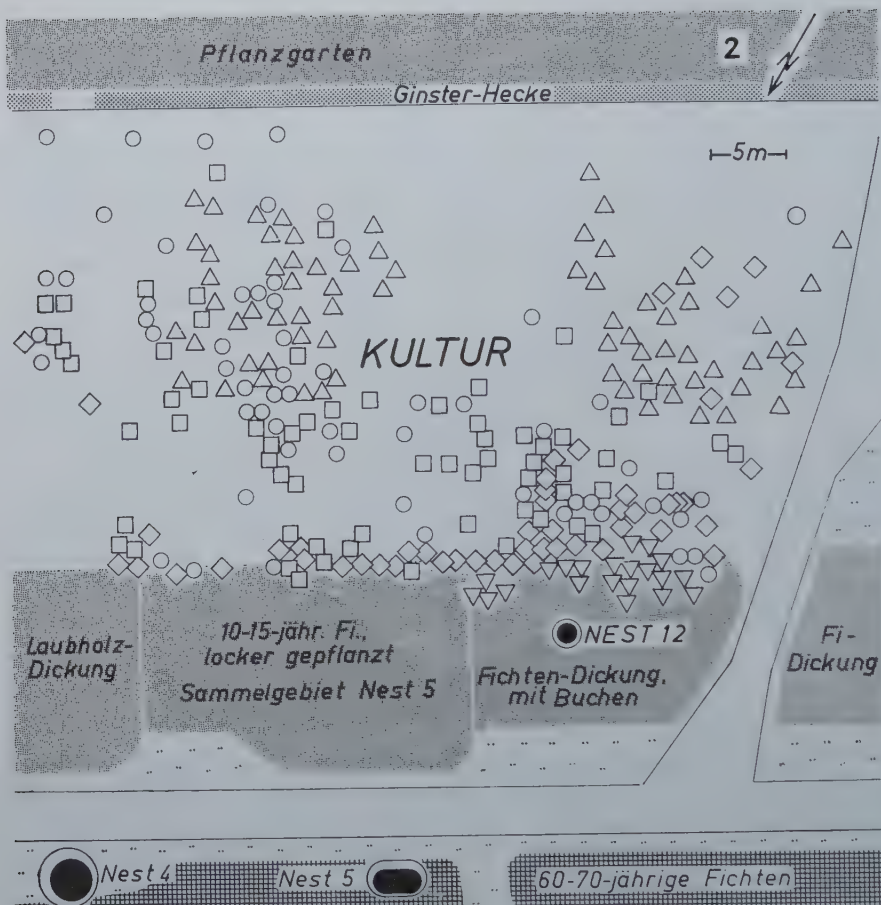


ABB. 2. — Beobachtungsgebiet beim Nest 12, Ameisenkolonie Roter Hau, Revier Ringingen.

ABB. 3. — Verlauste Bäumchen in der Kultur beim Nest 12.

Holzarten wie in Abb. 2 gekennzeichnet;

gestreift = vorübergehend einen oder mehrere Monate verlaust,

kariert = ununterbrochen verlaust, und zwar :

Birken, Fichten und Lärchen von Mai bis November 1955,

Kiefern seit Herbst 1954,

Buchen ab Juli 1955.

ABB. 4. — Im Mai verlauste Bäumchen in der Kultur beim Nest 12.

Holzarten wie in Abb. 2 gekennzeichnet;

gepunktet = mit 10 oder weniger Läusen besetzt,

schwarz = mehr als 10 Läuse.

schwarz mit weißem Punkt = Kiefern, von denen der Lausbefall ausging.

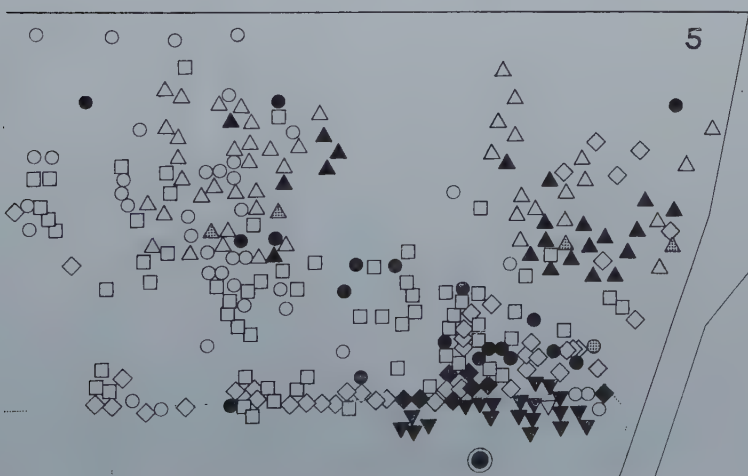
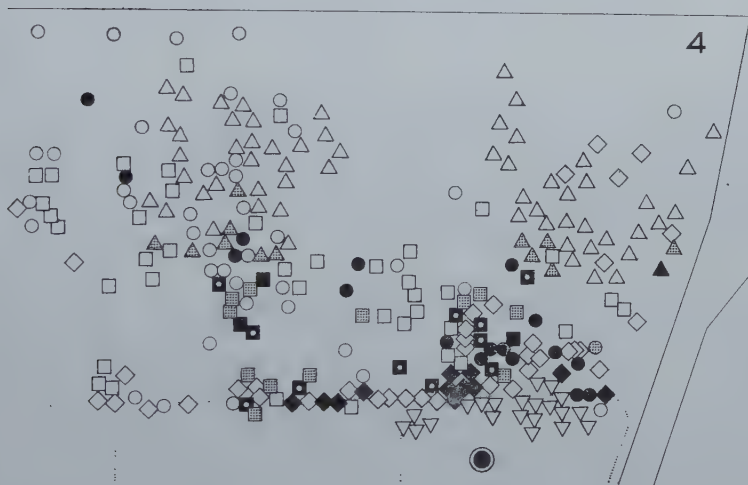
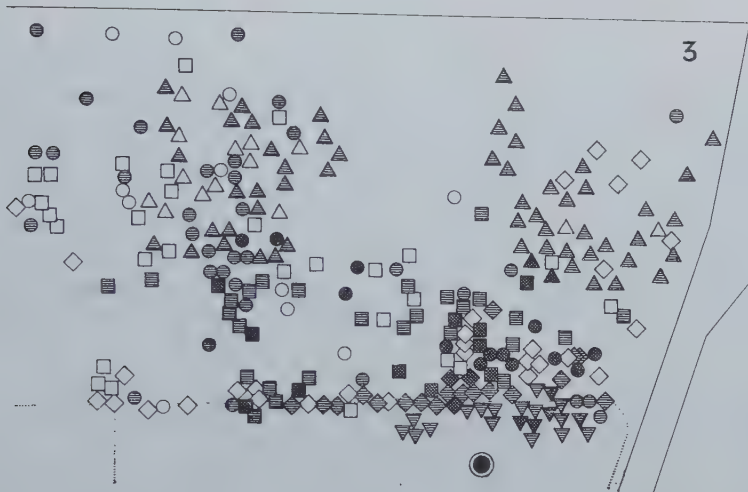
ABB. 5. — Im September/Oktobre verlauste Bäumchen in der Kultur beim Nest 12.

Holzarten wie in Abb. 2 gekennzeichnet ;

gepunktet = 10 oder weniger Läuse.

schwarz = mehr als 10 Läuse.





ken, 3 Fichten und 2 Lärchen mit Läusen besetzt (Abb. 3 kariert). Die übrigen Lausbäume waren einen oder mehrere Monate lausfrei (Tab. 3). Auch in Ringingen ergänzten die Läuse auf den verschiedenen Holzarten einander in der Honigtauproduktion (Abb. 4, 5). In allen Monaten sehr reichlich kam die braune Birkenrindenlaus *Symydobius oblongus* v. HEYDEN vor, weniger *Cinara bogdanowi* MORDV. auf Fichte (Tab. 4). Dazu kamen im Frühsommer grosse Massen der braunen Kiefern rindenlaus *C. pini* L. (= *Lachnus pineti* K.) (im Juni mit 20 800 das absolut grösste Läusevorkommen im Beobachtungsgebiet).

TABELLE 3 : Anzahl der verlausten Bäumchen in der Kultur beim Nest 12 — Roter Hau, Revier Ringingen.

von...	...waren verlaust im Monat						verlaust ein- oder mehrmals zwischen Mai und November
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	
65 Birken.....	22+8*	44	38	33	24	32	54
53 Fichten.....	12	12	18	10	9	9	24
65 Kiefern.....	27	31	29	—	—	—	39
77 Lärchen.....	14	7	31	53	27	15	62
80 Buchen.....	—	1	1	4	20	11	21
340 gesamt.....	83	95	117	100	80	67	200

Zwieselbäumchen als zwei gezählt.

(\*) 22 natürlich befallene, + 8 künstlich infizierte.

TAB. 4 : Anzahl der Läuse in der Kultur beim Nest 12, Roter Hau :

auf... im Monat	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.-Okt.	Nov.
Birken.....	7 800	9 000	7 100	15 000	16 300	3 800
Fichten.....	640	5 000	5 500	2 000	510	85
Kiefern.....	1 400	20 800	9 500	—	—	—
Lärchen.....	29	200	3 400	6 400	2 800	780
gesamt.....	9 870	35 000	25 500	23 400	19 610	4 665

Anteil (in %) der verschiedenen Läuse an der Gesamtzahl :

Birken.....	79	26	28	64	83	81
Fichten.....	6,5	14	22	8,5	2,6	1,8
Kiefern.....	14	59	37	—	—	—
Lärchen.....	0,3	0,6	13	27	14	17

Im Spätsommer hatten sich die Lärchenlachniden *C. laricis* WALK. zu Massen vermehrt. Wie in Jockgrim lieferte zusätzlich noch die Buchenrindenlaus *Schizodryobius pallipes* Htg. (in Tab. 4 nicht enthalten) bis weit in den November hinein Honigtau.

Setzen wir die jeweils grösste Gesamtbevölkerung jeder Lausart gleich 100, so ist deutlich zu sehen (Abb. 6), dass in jedem Monat eine der Läuse besonders häufig war. Was zu vermuten war, ist damit bestätigt : Abwechslungsreichere Nahrung als ein Wald aus nur einer Holzart liefert den Ameisen über die verschiedenen Baumlausarten immer der gemischte Bestand. Vor allem aber ist dort die

Ernährungsgrundlage zuverlässiger, weil in Zeiten, in denen die Läuse aus pflanzenphysiologischen Gründen selten sind (Lärchenläuse im Mai, Abb. 4) oder fehlen (Kiefernläuse im Herbst, Abb. 5), sie auf anderen Bäumen häufig sind (Kiefernläuse im Frühsommer, Abb. 4, Lärchenläuse im Sommer und Buchenläuse im Herbst, Abb. 5).

Auch alle anderen, vom Honigtau lebenden Nutzinsekten haben in Mischwäldern und in Beständen mit Unterwuchs bessere Lebensbedingungen als in Monokulturen (39).

Schliesslich interessiert noch, wieviel Honigtau die Ameisen auf den kleinen Bäumchen einer Kultur ernten können. Nach HERZIG (12) erzeugen 1 000 von Ameisen betreute Läuse monatlich gegen 200 cm Sekrete, deren spezifisches Gewicht ungefähr 1,25 ist. Demnach hätten den Ameisen auf den Bäumchen in der Kultur bei Nest 12 im Roten Hau 1955 fast  $3/4$  Zentner flüssiger Honigtau zur Verfügung gestanden, eine Menge, mit der ein mittelgrosses Volk auskommen kann.

Demnach können auch starke Ameisenkolonien den Verlust grosser Lausbäume überstehen, wenn der Wald im Femel- oder Plenter-schlag genutzt wird. Nach Kahlschlag gehen die meisten Ameisen zugrunde, und es entstehen erst nach Jahren wieder stärkere Völker, wenn die Kahlschlagfläche wieder aufgeforstet ist (Beispiele in Daun, Eifel, 17).

### Entwicklung der Lauskolonien unter dem Einfluss von Ameisen.

Am stärksten förderten die Ameisen die Vermehrung der Birkenläuse. Überdurchschnittlich gross waren die Kolonien nur in der Nähe des Ameisennestes (Tab. 5, Zeilen 1 und 2). Auf Birken, die weiter als 20 m vom Nest stehen, lebten im Mittel höchstens  $1/3$  so viel Läuse wie auf den nestnahen Bäumchen, meist sogar bedeutend weniger (Zeilen 3 und 4).

TABELLE 5 : Mittlere Anzahl der Birkenläuse an natürlich verlausten Bäumchen ( $n$  = Anzahl der beobachteten Bäumchen) :

Entfernung vom Ameisennest	$n$	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.-Okt.	Nov.
5-10 m .....	6	503	898	174	734	645	138
11-20 m .....	9	288	195	213	826	628	150
21-30 m .....	11	6	$x$	39	4	35	13
über 30 m .....	12	10	$x$	65	8	88	15
Durchschnitt .....	..	153	...	110	315	289	66

$x$  = wegen anhaltenden Regens waren keine Zählungen möglich.

Besonders deutlich waren die Unterschiede in den beiden ersten Monaten Mai und Juni. Sehr starke Populationen sassen nur auf den nestnächsten Birken (5-10 m entfernt), in der nächsten Gruppe

(11-20 m) waren sie im Mittel nur halb so gross, im Juni sogar nur 1,5 so stark.

Erst ab Juli wurden auch die Birkenläuse in der Entfernung 11-20 m so stark gefördert, dass ihre Kolonien meist noch grösser waren als auf den nestnächsten Birken. Dies hängt mit der Massenvermehrung der Kiefernlaehniden zusammen, die die Ameisen im Juni so intensiv besuchten, dass sie darüber die Birkenläuse auf weiter vom Nest entfernten Bäumchen vernachlässigten. Erst als die Kiefern im Juli lausfrei wurden, beschäftigten sich die Ameisen wieder stärker mit den anderen Läusen. In den Monaten August bis Oktober erreichte die Massenwechselkurve der Birkenläuse den zweiten Gipfel.

Starke Kolonien von Birkenläusen können sich nur halten, wenn die Ameisen den sehr reichlich ausgeschiedenen Honigtau auflecken. Läuse auf Pflanzenteilen, von denen Leimringe die Ameisen

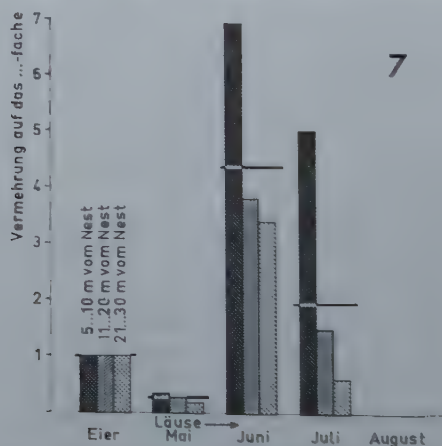
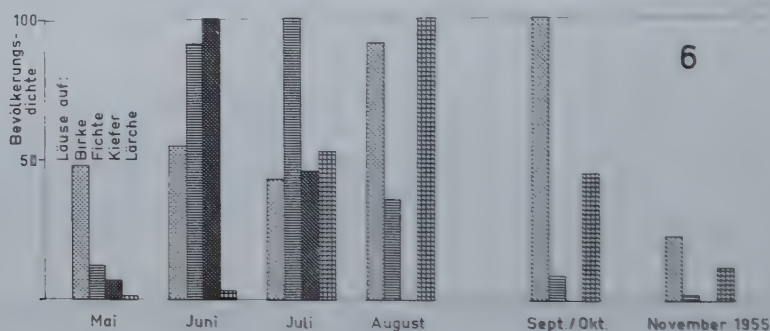


ABB. 6. — Massenwechsel verschiedener Läuse in der Kultur beim Nest 12, Ameisenkolonie Roter Hau.

Jeweils grösste Bevölkerungszahl = 100 gesetzt.

ABB. 7. — Vermehrungsrate der Kiefernläuse *Cinara pini* L. in verschiedener Entfernung vom Nest 12, Ameisenkolonie Roter Hau.

Querbalken = Mittelwerte.



fernhielten, ertranken schon nach wenigen Tagen in ihrem Honigtau. Meist waren die Tropfen 3-4 mal so gross wie eine Laus. Besonders anfällig waren geflügelte Läuse, weil Honigtau zwischen Leib und Flügeln festklebte und die Tiere völlig bewegungsunfähig machte. Demgegenüber war der Ausfall durch Schmarotzer gering. Nie fand ich von Schlupfwespen parasitierte Birkenläuse. Wenige Kolonien wurden von Marienkäfern dezimiert, öfters waren oberhalb der Lauskolonien einige Schwebfliegen Eier abgelegt. Syrphidenlarven, auch inmitten von Läusen, wurden von Ameisen nie behelligt, Marienkäfer meist verjagt, was sich mit den Beobachtungen von WELLENSTEIN 1954 deckt.

Fünf Kiefern in der Nähe des Ameisenmestes (Abstand 5-10 m) waren in allen Monaten stärker verlaust als die Bäumchen in weiterer Entfernung: im Mai doppelt, im Juni doppelt bis dreimal, im Juli sechs- bis neunmal. Die Fruchtbarkeit der Lachniden war desto grösser, je stärker der Einfluss der Ameisen war (Abb. 7).

Die Ameisen können also auch auf der Kiefer die Läuse zu stärkerer Vermehrung anregen. Dies gelingt ihnen aber nur innerhalb der Grenzen, die die Bedingungen auf der Wirtspflanze lassen. Nachdem kleine Kiefern völlig ausgetrieben sind, bieten sie den Läusen keine Nahrung mehr, und sie verschwinden trotz intensivsten Ameisen-schutzes.

### Steuerung des Massenwechsels der Läuse durch die Wirtspflanze.

Wann eine Massenvermehrung der Läuse möglich ist, bestimmt die Wirtspflanze. Täler und Gipfel der Populationskurven liegen alljährlich zu bestimmten, für die Wirtspflanze kennzeichnenden Zeiten. Waldbäume bieten ein- oder zweimal im Jahr günstige Bedingungen, nämlich im Frühjahr und im Spätsommer, wenn der Siebröhrensaft lösliche Stickstoffverbindungen führt (5). Pflanzen, die während der ganzen Vegetationszeit zuwachsen, können dauernd neue Lauskolonien ernähren. So ist die Weinrebe jederzeit mit Rebläusen infizierbar, und zwar an den jeweils jüngsten, eben ausgetriebenen Blättern.

Mässig stark besiedelte Lausbäume können Jahre nacheinander verlaust sein. Sehr starke Lauskolonien aber scheinen ihren Wirt zu überfordern. Junge und auch alte Kiefern sind meist nach einem Jahr Massenbefalls nur noch schwach besiedelt oder gar lausfrei.

Entscheidend für das weitere Gedeihen von Lauspopulationen sind Zeit und Stärke des ersten Befalls. Von den 65 Kiefern im Beobachtungsgebiet waren zwischen Mai und August 39 mit Läusen besetzt (Abb. 4). Der Befall ging von 11 Bäumchen aus, auf denen im Herbst vorher im Mittel 500 Eier abgelegt worden waren (Abb. 4, schwarz mit weissem Punkt).

Ende April schlüpften die Fundatrices, und im Mai bestand die stärkste Bevölkerung aus 410, die schwächste aus 38 Läusen. Die meisten Stammütter waren abgewandert, wenige fanden benachbarte Bäumchen. Auf den meisten der sekundär befallenen Bäumchen sassen weniger als 10 Läuse (Abb. 4, gepunktet), auf einem 62. Diese wenigen Tiere aber vermehrten sich bis zum Juni im Mittel um das 60fache auf 442 (Tab. 6). Fast dreimal so gross (1 170) waren die Populationen auf den von Anfang an verlausten Bäumchen. Ihre Vermehrungspotenz aber war schwächer, denn sie hatten sich nur knapp auf das 10fache vergrössert.

TABELLE 6 : Mittlere Anzahl von Rindenläusen auf jungen Kiefern, die

a) schon im Herbst 1954 verlaust und im Frühjahr 1955 mit Eiern besetzt waren;

b) erst im Mai 1955 von überwandernden Fundatrices befallen wurden.

		Mai	Juni	Juli	Aug.
a) Eier 503	Läuse	125	1 170	223	—
	davon geflügelt	—	26 %	8 %	—
b) Eier —	Läuse	7,3	442	335	—
	davon geflügelt	—	10 %	11 %	—

Die Bäumchen waren zu klein, als dass sie Massen von Läusen günstige Lebensbedingungen hätten geben können, und es herrschten Raumnot und Nahrungsmangel. Das zeigt der hohe Anteil der geflügelten Läuse (26 % gegenüber 8 % auf den schwächer verlausten Kiefern). In den Kolonien von Lachniden und anderen Läusen entstehen stets Geflügelte, wenn die Nahrung knapp wird. So verwandelten sich in Reagenzgläsern eingesperrte hungrige Nymphen von *Cinara pini* L., *C. bogdanowi* MORDV. oder *Pterocomma salicis* BCKT. innerhalb von 1-3 Tagen in geflügelte Läuse. Weil die Geflügelten ihre Wirtspflanzen verlassen, verkleinerten sich die anfangs starken Kolonien rascher als die schwachen. Im Juli fanden wir auf den später verlausten Kiefern im Mittel mehr Läuse als auf den anderen. Der Anteil der Geflügelten liegt nun bei beiden um 10 %; höher (11 %) in den starken, niedriger (8 %) in den schwachen Populationen.

Je stärker kleine Kiefern im Anfang verlaust waren, desto rascher brach die Gradation der Läuse zusammen. Auf etwas grösseren Jungkiefern in Jockgrim, die mit sehr vielen (über 2 000) Eiern besetzt waren, vermehrten sich die daraus geschlüpften Läuse überhaupt nicht. Schwache Ausgangspopulationen dagegen vergrössern sich ganz erheblich, erreichen jedoch nicht die Massen anfangs starker Kolonien. Dafür sind sie dauerhafter.

## Einfluss des Wetters und des Standortes auf die Massenvermehrung der Lachniden.

Mit einer Massenvermehrung der Lachniden ist zu rechnen, wenn die Monate April und Mai warm und trocken oder ohne lang anhaltende Niederschläge sind. Trocken-heisses Wetter im August ist günstig (6, 15). Gegen Frost sind Lachnideneier fast unempfindlich und brauchen ihn als Entwicklungsanreiz (4). Frühjahrs- und Herbststadien ertragen ihn. Regengüsse im Juli und Trockenis im Sommer vernichten die meisten Lachniden.

Unter der Pflege der Ameisen aber können sich auch einzelne übrigbleibende Läuse wieder schnell zu Massen vermehren. 1955 tötete bei Speyer der gegen Maikäfer gerichtete Hexa-Sprühregen die meisten Lachniden auf mannshohen Kiefern im Revier eines *F. nigricans*-Volkes. Die Nachkommen der Überlebenden besiedelten bald wieder die ganzen Bäumchen und hielten sich bis in den Sommer hinein. 25 km weiter südlich, bei Jockgrim, waren die Lauspopulationen auf gleich grossen, aber unvergifteten Bäumchen wohl wesentlich stärker, starben aber schon im Juli aus, weil sie ihre Wirtspflanzen überfordert hatten (s. S. 67-68).

Im Ameisenrevier sind die Lachniden nur dann selten, wenn ein kaltnasses Frühjahr nicht nur die Vermehrung der Lachniden hemmt, sondern — wie 1955 in Oberschwaben — auch die Tätigkeit der Ameisen.

Im Revier Oberdisingen (südlich angrenzend an Ringingen) wurden im April 1954 15 *polycтена*. Ableger künstlich begründet und gediehen prächtig. 1955 begannen die Völker im Inneren des Bestandes ihre Aussentätigkeit so spät, dass sie den Anschluss an die Lachnidenzucht verpassten und im Laufe des Sommers verhungerten. Auch Völker, die an Nordränder abgewandert waren, gingen ein; solche aber, die an Südränder oder sonnige, lichte Stellen umgezogen waren, blieben am Leben und wuchsen. Im Inneren des selben Bestandes aber konnte sich im selben Jahr ein *Lasius - fuliginosus*-Volk halten, weil diese Ameisen bei kühlem Wetter auch dann noch Läuse besuchen und züchten, wenn keine rote Waldameise mehr ausserhalb des Nestes zu sehen ist. Das Standortklima beeinflusst also über Aktivität der Ameisen —→ Schutz und Pflege der Fundatrices —→ Massenvermehrung der Läuse —→ Honigtau —→ schliesslich das Gedeihen der Ameisenvölker.

Den Lachniden ungünstiges trockenes Wetter scheinen Standortfaktoren wenigstens zum Teil ausgleichen zu können. Wie Wünschelrutengänger versichern, wohnen in trockenen Gebieten Ameisenkolonien auf Grundwasserseen. Sehr oft wachsen neben Ameisennestern Holunderbüsche (KRUMSCHMIDT, mündliche Mitteilung), Pflanzen



also, die Sickerwasser anzeigen und Grundwasser begleiten (21 nr. 2130-2132). Tatsächlich sind auf den nordbadischen Binnendünen die Kiefern in Ameisenkolonien auch in trockenen Sommern stark verlaust, wenn sonst im Wald kein einziger Honigtautropfen zu finden ist (auch 13). Über lange Jahre siedeln Ameisen nur an solchen Standorten, auf denen sich kaltes oder trockenes Wetter nicht extrem auswirkt. Dort können die Ameisen die Vermehrung der Läuse stärker fördern, als der Wetterablauf sie hemmen kann, und die Bäume sind jedes Jahr stark verlaust.

### Auswirkung der Trophobie auf die Wirtsbäume.

Welche Menge an Assimilaten ein Waldbaum ohne messbare Zuwachsminderung einbüßen kann, ist unbekannt. Dass Douglastannen auch dann im Zuwachs nicht nachliessen, wenn man alle grünen Äste im unteren Drittel der Krone abgesägt hatte (26), sagt hierzu nichts aus. Die unteren Äste (Schattenäste!) assimilieren nämlich gerade so viel, wie sie selbst brauchen (WECK).

Schädliche Läuse — wie die *Dreyfusia*-Arten, die Ebereschen-Blattnestlaus *Sappaphis sorbi* KALT. und die meisten Obstbaumläuse — zerstören als Parenchymsauger Zellen ihrer Wirtspflanzen. Oft regen sie mit ihrem Speichel die Pflanze an, besondere Nährgewebe zu bilden. Daher sind befallene Pflanzenteile meist kennzeichnend entartet: Blätter, Nadeln und Zweige verkrümmen, Gallen und krebsartige Geschwülste entstehen.

Die Lachniden dagegen stossen ihren Rüssel zwischen den Zellen des Rindengewebes hindurch in die Siebröhren (23), wobei sie ihren Speichel nur als Gleitmittel und als Kittsubstanz brauchen, die den Stichkanal abdichtet (15). Aber auch Lachniden können sichtbare Schäden hervorrufen, wenn sie sich sehr stark vermehren und ihrer Wirtspflanze unverhältnismässig viel Saft entziehen. Auch sollen Lausbäume besonders anfällig gegen Sekundärschädlinge sein. In Bayern starben in der Nähe von Ameisennestern einige Kiefernstangen durch *Pissodes*-Befall (40), was wir jedoch in Nordbaden — allerdings auf besseren Standorten — nicht beobachten konnten. Lachniden-schäden werden vor allem an jungen Bäumchen sichtbar (1. c. 19). Auffallende Triebstauchungen entstanden an kleinen Kiefern (31, 24, Tab. 7), an 3- und 4jährigen Fichten (31, 18) und auch an 2 m hohen Fichten in Bayern (38) und 1954 im Roten Hau, Revier Ringingen. Die Nadeln der Maitriebe waren mit 4 mm Länge ungewöhnlich kurz und sassen auffallend dicht beieinander. 1955 waren die Fichten lausfrei. Sie setzten wieder normal ausgebildete Triebe mit bis 12 mm langen Nadeln. Das Wachstum des Endtriebes und des obersten Quirles aber stockte (Abb. 8). Obwohl die Triebe des Jahrganges 1955 stärker als die von 1954 waren, unterschieden sich die mittleren



Triebblängen nicht gesichert voneinander (Bildunterschrift!). 1955 trieben nämlich 5mal mehr Knospen als 1954 nicht aus (Trieblänge = 0). Ausserdem waren der Endtrieb und die Triebe des obersten Quirls statistisch gesichert wesentlich kürzer als die entsprechenden vorjährigen Triebe. Gesichert kürzer waren auch die Seitentriebe 2. Ordnung ( $S_2$ ) in den Quirlen II und III (1955) gegenüber denen des Jahrganges 1954. — Nicht gesichert dagegen sind die Längenunterschiede der Seitentriebe 1. Ordnung ( $S_1$ ) von 1954 und 1955 in den Quirlen II-IV.

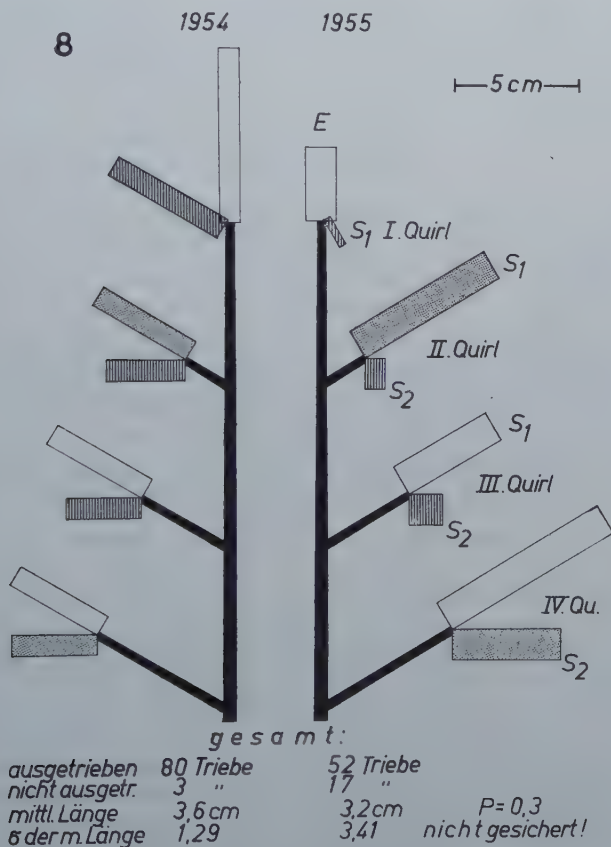


ABB. 8. — Mittlere Triebblängen in den obersten 4 Quirlen der Fichte Nr. 24, im Roten Hau, Revier Ringingen, beim Nest 1/2.

schraffiert = Länge der Triebe von 1954 unterscheidet sich statistisch gesichert von der Länge der entsprechenden Triebe des Jahrganges 1955,  $P < 0,0002$ .

gepunktet = Unterschiede mit  $P = 0,016$  ( $S_1$  II. Quirl) und  $P = 0,02$  ( $S_2$  IV. Quirl) kaum gesichert.

TABELLE 7 : Einfluss starker Verlausung auf das Wachstum junger Kiefern (nach SCHMUTTERER, 1958) :

- a) 2jährige, frisch gepflanzte Kiefern neben einem volksstarken Waldameisennest, künstlich verlaust mit *Cinara pini* L. (= *Lachnus pineti* K.).

	mittlerer Längenzuwachs		n tot	
künstlich verlaust .....	1,48 cm	P < 0,0002	35	3
lausfrei gehalten.....	2,79 cm		35	—

- b) 6jährige Kiefern, durch Schütte (*Lophodermium pinastri* SCHRAD.) geschädigt, natürlicher Befall durch *Cinara nuda* MORDV. und *Cinara pini* L. Läuse intensiv von Waldameisen betreut.

	mittl. Länge d. längsten Wipfeltriebes		mittl. Zahl d. Seitentriebe	n	tot
mit Massenbefall.....	8,94 cm	P < 0,0002	3,9	50	11
keine oder wenige Läuse.....	19,35 cm		6,4	50	1

n = Anzahl der untersuchten Pflanzen.

Fichten können sich also nach starkem Lausbefall wieder erholen. Jedoch bleibt infolge Nährstoffmangels das Längenwachstum der oberen Zweige gehemmt. Die Längen gleichwertiger Triebe an unteren Zweigen waren recht unterschiedlich ( $\sigma$  1955 >  $\sigma$  1954).

In alten Fichtenbeständen wuchsen die Bäume in der nächsten Nähe starker Ameisennester im Durchmesser um 10 % weniger im Roten Hau, Ringingen (35) und um 5 % weniger bei Longkamp (Hunsrück). Jedoch waren die Unterschiede in Longkamp mit  $P = 0,11$  bis  $0,86$  überhaupt nicht gesichert. An älteren Weisstannen im Thüringer Wald starben nach Massenbefall durch *Buchneria pectinatae* NÖRDL. (= *Lachnus pichtae* MORDV.) die jüngsten Triebe in den Wipfeln ab (1).

Umfangreiche Zuwachsmessungen an alten Bäumen zeigen bis jetzt, dass der gesamte Wald durch die Rindenlauszucht einzelner Ameisenvölker nicht nachweisbar gefährdet ist. Stark beanspruchte, einzelne Lausbäume aber können gegen 10 % Verluste im Durchmesserzuwachs erleiden. Unangenehm wird die Buchenrindenkrebslaus *Schizodryobius pallipes* HTG. (= *exsicicator* ALT.) (2, 11). Unter dem Schutz der Ameisen vermehrt sie sich meist zu schädlichen Massen. Ältere Buchen kann sie entwerten, wenn am Schaft breite Rindenrisse entstehen, die den Holzkörper freilegen. Buchenjungwuchs kann sie abtöten (18, 19, 38). Wie hoch oder niedrig die Verluste auch sein mögen, die der Wald durch die Rindenlauszucht der Ameisen erleiden kann, so müssen wir sie in jedem Fall als Preis für die Tätigkeit

der Ameisen betrachten. Alle Glieder der Lebensgemeinschaft Wald — auch die Ameisen — leben und zehren von seiner Substanz. Tragbar sind die Verluste in Beständen, die dauernd von schädlichen Raupen bedroht sind, denn dort können die Ameisen das leisten, was wir im praktischen Forstschutz von ihnen erwarten (32). Nicht ansiedeln dürfen wir sie in der Nähe junger Kulturen, unter Buchen, die Nutzholz liefern sollen und überall dort, wo jede junge Buche gebraucht wird, um den Boden zu verbessern. So lassen sich unangenehme Lachnidenschäden von vornherein vermeiden.

Alle von Baumläusen verursachten Holzverluste sind wirtschaftlich auszugleichen, wenn wir den Honigtau stärker als bisher durch Wald-bienenweide nutzen (41). Aber nicht in allen Jahren erntet der Waldimker, weil der Massenwechsel der Lachniden stark vom Wetterablauf beeinflusst wird. In Fichtenwäldern ist durchschnittlich nur jedes 2.-3. Jahr ein Honigjahr, die Tanne « honigt » nur alle 5-7 Jahre und die Kiefer nur einmal in 30-40 Jahren.

In der Nähe von Ameisennestern leben jedoch *alljährlich* überdurchschnittlich viele Baumläuse. Von dort aus verbreiten sie sich weit über das Sammelgebiet der Ameisenvölker hinaus, weil auf stark verlausten Bäumen besonders viele geflügelte Lachniden entstehen (S 68). Zusammen mit dem Bieneninstitut Freiburg/Brg. (Leiter Dr. W. KAESER) stellten wir fest, dass die Bienen in Ameisenrevieren mehr Waldhonig eintragen als in ameisenfreien Vergleichsbeständen (auch 8). Die Ergebnisse dürfen noch nicht verallgemeinert werden, sie zeigen vorerst nur, dass es tatsächlich möglich ist, den Waldhonigertrag mit Hilfe der roten Waldameisen zu steigern (36).

### RIASSUNTO

L'Autore riporta dalla letteratura dati sull'importanza della melata degli Afidi nell'alimentazione delle Formiche e sul sensibile incremento che le cure delle operaie apportano nella moltiplicazione e propagazione degli Afidi e nella produzione di melata.

Le ricerche dell'Autore sull'intensità della trofobiosi tra Formiche e Afidi, condotte in boschi di sole conifere e in foreste miste di conifere e latifoglie, dimostrano che le Formiche seguono l'avvicendamento di diverse specie di Afidi sulle diverse essenze nei vari mesi dell'anno; se ne deduce che il bosco misto offre alle Formiche una nutrizione più ricca e variata di quella offerta da una foresta con una sola essenza.

Altre ricerche confermano l'incremento determinato dalle cure delle Formiche sulla moltiplicazione degli Afidi anche quando questa è ostacolata da taluni fattori climatici avversi. Si documentano infine alcuni danni derivati alle piante forestali, particolarmente in giovani rimboschimenti, dall'incremento delle colonie di Afidi provocate dalle Formiche, e si mette in evidenza come sia possibile controbilanciare le perdite economiche sfruttando razionalmente la super-produzione di melata al fine di ottenere maggiore produzione di miele da parte delle Ari.

## LITERATUR

1. ALLERS. — 1909. Beschädigung der Tanne durch Blattläuse. — *Allg. Forst- und Jagd. Z.*, **85**, 364.
2. ALTUM, B. — 1877. *Lachnus excicator*, Buchenkrebs-Baumlaus. — *Ztschr. Forst- u. Jagdwesen*, **9**, 332.
3. BEHRNDT, G. — 1934. Einige Beobachtungen über die Bedeutung von *Formica rufa* und *Formica fusca* bei Forleulen-kalamitäten. — *Forstarchiv*, **10**, 289.
4. BÖHMEL, W. u. O. JANCKE. — 1942. Beitrag zur Embryonalentwicklung der Wintereier von Aphiden. — *Z. ang. Entomol.*, **29**, 636.
5. BONNEMAISON, L. — 1951. Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les *Aphidinae*. — Paris, 380 pp.
6. BRAUN, R. — 1930. Die Honigtaufrage und die Honigtau liefernden Kienläuse (*Cinarini* cb). — *Z. ang. Entomol.*, **24**, 461.
7. BÜSGEN, M. — 1891. Der Honigtau, Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. — *Jenaische Ztschr. f. Naturwissenschaft*, **25**, 82 S.
8. GONTARSKI, H. — 1940. Beitrag zur Honigtaufrage. — *Z. ang. Entomol.*, **27**, 321.
9. GÖSSWALD, K. — 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. — Lüneburg, 160 p.
10. — 1952. Anlage einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise. — *Z. ang. Entomol.*, **33**, 77.
11. HARTIG, R. — 1877. Die krebsartigen Krankheiten der Rotbuche. — *Z. Forst- u. Jagdwesen*, **9**, 377.
12. HERZIG, J. — 1938. Ameisen und Blattläuse. Ein Beitrag zur Ökologie aphidophiler Ameisen. — *Z. ang. Entomol.*, **28**, 367.
13. KLOFT, W. — 1953. Die Bedeutung einiger Pflanzenläuse in der Lebensgemeinschaft des Waldes. — *Mitteil. a. d. Biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem*, **75**, 136.
14. LANGE, R. — 1958. Die deutschen Arten der *Formica rufa*-Gruppe. — *Zool. Anz.*, **161**.
15. LEONHART, H. — 1940. Beiträge zur Kenntnis der Lachniden, der wichtigsten Honigtauerzeuger. — *Z. ang. Entomol.*, **27**, 208.
16. MICHEL, E. — 1943. Beiträge zur Kenntnis von *Lachnus (Pterochlorus) roboris* L., einer wichtigen Honigtauerzeugerin an der Eiche. — *Z. ang. Entomol.*, **29**, 243.
17. MÜLLER, H. — 1956 a. Der Massenwechsel einiger Honigtau liefernden Bäumläusen im Jahre 1954. — *Insectes Sociaux*, **III**, 75.
18. — 1956 b. Können Honigtau liefernde Bäumläuse (*Lachnidae*) ihre Wirtspflanzen schädigen? — *Z. ang. Entomol.*, **4**, 117.
19. — 1958. Zur Kenntnis der Schäden, die Lachniden an ihren Wirtsbäumen hervorrufen können. — *Z. ang. Entomol.*, **42**, 284.
20. NIXON, G. E. J. — 1951. The association of ants with aphids and coccids. — *Commonwealth Inst. Ent.*, London.
21. OBERDORFER, E. — 1949. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. — Stuttgart.
22. OEKLAND, F. — 1930. Wieviel Blattlaushonig verbraucht die rote Waldameise (*F. rufa*)? — *Biol. Zbl.*, **50**, 449.
23. RAWITSCHER, F. — 1933. Wohin stechen Pflanzenläuse? — *Z. f. Botanik*, **26**, 145.
24. SCHMUTTERER, H. — 1958. Zur forstlichen Bedeutung der Nadelholz-Lachniden. — *Anz. f. Schädlingskunde*, **31**, 38.
25. SCHWENKE, W. — 1957. Über die räuberische Tätigkeit von *Formica rufa* L. und *Formica nigricans* em. ausserhalb einer Insekten-Massenvermehrung. — *Beitr. z. Entomol.*, **7**, 227.
26. WECK, H. — 1947. Zur Zuwachsleistung der Douglas nach Grünastung. — *Forst und Holz*, **2**, 90.
27. WELLENSTEIN, G. — 1928. Beiträge zur Biologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.) unter besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. — *Z. ang. Entomol.*, **14**.



28. WELLENSTEIN, G. — 1929. Zur Trophobie der Roten Waldameisen. — Unveröffentl. Manuskript.
29. — 1930. Beiträge zur Systematik und Biologie der Rindenläuse (*Lachnidae* CB). — *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **17**, 737.
30. — 1952. Zur Ernährungsbiologie der Roten Waldameise (*F. rufa* L.). — *Z. Pflanzkrankh. u. Pflanzenschutz*, **59**, 430.
31. — 1953. Ergebnisse 25jähriger Grundlagenforschung zur forstlichen Bedeutung der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Mitteil. a. d. Biol. Zentralanst., Berlin-Dahlem*, **75**, 125.
32. — 1954 a. Was können wir von der Roten Waldameise im Forstschutz erwarten? — *Beitr. z. Entomol.*, **4**, 117.
33. — 1954 b. Die Insektenjad der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). — *Z. ang. Entomol.*, **36**, 185.
34. — 1957. Die Beeinflussung der forstlichen Arthropodenfauna durch Waldameisen. — *Z. ang. Entomol.*, **41**, 368.
35. WELLENSTEIN, G. & H. MÜLLER. — 1954. Pflanzenbeschädigungen durch Waldameisen. — *Z. Weltforstwirtschaft*, **17**, 43.
36. WELLENSTEIN, G., H. MÜLLER & W. KAESER. — 1957. Kann die Waldhonigernte mit Hilfe der Roten Waldameise gesteigert werden? — *Z. f. Bienenforschung*, **3**, 237.
37. ZOEBELEIN, G. — 1954. Versuche zur Feststellung des Honigtauertrages von Fichtenbeständen mit Hilfe von Waldameisen. — *Z. ang. Entomol.*, **36**, 358.
38. ZOEBELEIN, G. — 1956. Der Honigtau als Nahrung der Insekten. — *Z. ang. Entomol.*, **38**, 369; **39**, 129.
39. ZOEBELEIN, G. — 1957. Die Rolle des Waldhonigtaus im Nahrungshaushalt forstlich nützlicher Insekten. — *Forstw. Cbl.*, **76**, 1.
40. ZOEBELEIN, G. — 1957. Zur Frage des biologischen Nutzwertes der Roten Waldameise. — Forstwiss. Hochschultagung in München 1956. *Mitteil. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns*.
41. ZWÖLFER, W. — 1952. Die Waldbienenweide und ihre Nutzung als forstentomologisches Problem. — *Verhandl. d. dtsh. Gesellschaft f. ang. Entomol. auf d. 12. Mitgliedervers.*, Frankfurt.

(Forstschutzstelle Südwest der Bad.-Württ. Forstlichen  
Versuchs- und Forschungsanstalt.)



# ÜBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN WALDVÖGELN UND WALDAMEISEN (\*)

VON

Herbert BRUNS

---

Als Vertilger von Schadinsekten können Fledermäuse, Vögel und Waldameisen für die Waldhygiene eine bedeutsame Rolle spielen. Um diese Rolle in der Lebensgemeinschaft des Waldes im einzelnen genauer kennenzulernen, sind nicht nur Untersuchungen über die genannten Tiergruppen selbst, sondern auch über ihre Beziehungen unter einander wichtig. Lange Zeit konnte man die Meinung hören, dass Populationsveränderungen unserer forstlich nützlichen Singvögel etwa parallel denen der Schädlingsmassenvermehrung erfolgen, indem eine Vermehrung forstlich nützlicher Vögel erst *nach* bereits ausgebrochener Insektenkalamität eintritt und dass nach deren Zusammenbruch die Vögel teilweise wieder abwandern müssten, wenn sie nicht verhungern sollten. Tatsächlich konnten neuere Untersuchungen der letzten Jahre und Jahrzehnte (BERNDT & FRIELING, 1939; BRUNS, 1957; PFEIFER, 1957; STEINFATT, 1942, u.a.) aufzeigen, dass eine ausserordentlich starke Anreicherung der Siedlungsdichte der Vögel möglich ist und diese weniger vom Nahrungsangebot, als vielmehr von der Anzahl der Niststätten abhängig ist. Man hatte zum Teil übersehen, dass neben dem speziell im Vordergrund der forstwirtschaftlichen Betrachtung stehenden Schadinsekt noch zahlreiche weitere Insektenarten, Spinnen usw. vorhanden sind, die den Vögeln als Nahrung dienen.

Da weiterhin von Entomologen die Ansicht geäußert wurde, dass die Rote Waldameise (*Formica rufa* und *F. polyctena*) auf Grund ihrer Insektenjagd als Nahrungskonkurrent der Vögel auftreten könnte und Massnahmen der Waldameisenvermehrung und des wirtschaftlichen Vogelschutzes sich gegenseitig aufheben könnten, erschien es

(\*) Herrn Universitäts-Professor Dr. A. REICHENSBERGER zu seinem 80. Geburtstag gewidmet.

TABELLE : Brutdichte der höhlenbrütenden Vögel auf Versuchsf Flächen mit und ohne Ameisenkolonien.

**Zeichenerklärung:** m = mit Waldameisen, o = ohne Waldameisen, I = Index (Verhältnis der Vogeldichte auf der Ameisenfläche (m) zu der ameisenfreien Fläche (o).

*Anmerkungen:* Die Flächengrößen der Versuchsgebiete waren nicht jedes Jahr gleich. (\*) = Wegen Umhängung der Nisthöhlen nur bedingt auswertbar. (\*\*) = Keine Kontrollen.

Forstamt und Forstort	Holzart	Hektar	1952		1953		1954		1955		1956		1957		1958										
			m	o	I	m	o	I	m	o	I	m	o	I	m	o	I	Mittel							
Cloppenburg i.O.....	Fichte	15	75	0,6	0,3	2,0	0,5	0,8	0,6	1,0	1,1	0,9	1,1	0,9	1,2	0,3	0,4	0,8	1,4	1,1	1,0	0,7	0,6	1,1	1,1
	Dwergersand.....																								
Cloppenburg i.O.....	Fichte	9,5	9,5	0,1	0,6	0,2	1,1	1,4	0,8	1,2	0,8	1,5	2,1	2,4	0,9	1,4	2,4	0,6	1,9	1,8	1,1	1,7	1,5	1,1	0,9
	Kiefer																								
Cloppenburg i.O. Vossberg.	Kiefer	2	38	1,0	1,1	0,9	1,0	0,9	1,1	4,0	1,3	3,1	2,5	1,6	1,6	7,5	2,1	3,6	2,7	1,6	1,7	1,0	1,0	1,0	1,9
Altdorf b. Nurnberg Heid- bach.....	Kiefer	10- 26	26	0,9	0,8	1,1	1,2	1,2	1,0	1,0	0,8	1,2	1,8	1,7	1,1	1,8	1,6	1,1	2,1	2,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
Kitzingen/Main Bildeiche/ Sommerwangen .....	Kiefer	4-6	4-6	—	—	—	3,5	4,0	0,9	9,8	9,3	1,1	8,5	9,3	0,9	8,0	5,7	1,6	7,2	8,0	0,9	12,3	10,3	1,2	1,1
Rimpar/Ufr .....	Fichte	8,5	8,5	—	—	—	1,3	1,6	0,8	5,9	4,7	0,8	2,7	3,1	0,9	4,4	2,8	1,6	5,4	3,4	1,6	—	—	—	1,1
	Gramschatz .....																								
Waldbrunn/Ufr.....	Fichte	11- 16	16	3,2	—	—	4,6	3,4	1,4	7,9	6,6	1,2	6,9	6,6	1,0	4,9	4,6	1,1	6,8	6,4	1,1	5,9	6,9	0,9	1,1
	Irtenberg .....																								
Werneck/Ufr. ....	Eichen- mischw.	1	1	—	—	—	—	—	—	28	29	1,0	4,8	4,5	1,1	37	47	0,8	30	36	0,8	30	29	1,0	0,9
	Meisterholz .....																								
Mittlerer Index :					1,1			0,9				1,3		1,1		1,1		1,4		1,2		1,1		1,1	1,2



wichtig, dieser Frage in planmässigen Versuchen nachzugehen. Daher wurde auf 16 vergleichbaren forstlichen Versuchsflächen (davon 8 mit Waldameisen und 8 ohne Waldameisenkolonien) in Nord- und Süddeutschland die Siedlungsdichte der Vögel seit 8 Jahren hindurch kontrolliert.

Das Ergebnis zeigt die beigefügte Tabelle. Danach war die Siedlungsdichte der Vögel auf den Waldameisenflächen im Durchschnitt um ca 15 % höher als auf den ameisenfreien Vergleichsflächen. Inwieweit die Waldameisen als Nahrung der Vögel dienen und deshalb die Siedlungsdichte begünstigen und inwieweit dadurch die Nahrungskonkurrenz (Verminderung anderer Insektenarten, die den Vögeln als Nahrung dienen, durch die Waldameisen) wieder ausgeglichen wird, ist nicht leicht zu sagen.

Hierzu sind weitere Untersuchungen nötig. Immerhin darf bereits jetzt als sehr beachtenswert hervorgehoben werden, dass unter den in der Tabelle genannten Ameisenflächen das Wernecker Meisterholz als besonders ameisenreiches Gehölz auch gleichzeitig eine erstaunlich hohe Siedlungsdichte bis zu 48 Höhlenbrütern und über 20 freibrütenden Vögeln (Paare pro ha) aufwies. Von einer Beeinträchtigung beider Massnahmen, der Ameisen- und der Vogelhege, kann also in keiner Weise gesprochen werden.

Über die Auswirkungen der kombinierten Ameisen- und Vogelschutzfläche auf den Eichenwickler berichtete Schütte 1957.

Hymenopteren wurden in den Vogelnisthöhlen der Ameisenfläche relativ weniger (27 mal Hornissen und 133 mal Wespen) als auf den ameisenfreien Flächen (53 mal Hornissen und 152 mal Wespen) festgestellt.

(Staatl. Vogelschutzwarte Hamburg.)

## RIASSUNTO

Viene riferito su esperimenti condotti in Germania allo scopo di studiare se esiste una eventuale azione competitiva in fatto di nutrimento fra uccelli del bosco e Formiche del gruppo *F. rufa* e *F. polycetena* usate entrambe separatamente come misure di protezione contro gli insetti dannosi alla foresta. Viene documentato che la presenza di colonie delle Formiche determina un aumento degli uccelli del bosco ma sono necessarie ulteriori ricerche per chiarirne le cause.

## LITERATURVERZEICHNIS

- BERNDT, R. & F. FRIELING. — 1939. Siedlungs- und brutbiologische Studien an Höhlenbrütern in einem nordwestsächsischen Park. — *Journ. f. Ornithol.*, **87**, 593-638.
- BRUNS, H. — 1957. Untersuchungen über den Einfluss von Waldameisen-Kolonien (*Formica rufa*) auf die Siedlungsdichte höhlenbrütender Vögel. — *Zeitschr. f. angew. Entom.*, **40**, 175-181.
- 1957. Beiträge zur Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen und zur Methodik des Vogelschutzes in der Forstwirtschaft. — *Waldhygiene*, **2**, 4-30.

- GÖSSWALD, K. — 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. — Lüneburg.
- PFEIFER, S. — 1957. Neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Vögel im biologischen Forstschutz. — Frankfurt/Main, 1-24.
- SCHÜTTE, F. — 1957. Eichenwickler, Waldameisen und Vögel. — *Waldhygiene*, **1**, 215-219.
- STEINFATT, O. — 1942. Die forstliche Bedeutung der Vögel und ihre praktische Nutzbarmachung in Schädlingsrevieren. — *Monogr. angew. Entom.*, **15**, 405-479.

# DIE SYSTEMATISCHEN GRUNDLAGEN DER WALDAMEISENVERMEHRUNG IN DEUTSCHLAND (\*)

VON

Rolf LANGE

---

## A. Einleitung.

Unter Waldameisen der *Formica rufa* - Gruppe versteht man die systematischen Einheiten des Subgenus *Formica* FOREL.

Die Völker der *Formica rufa* - Gruppe sind sehr häufig individuenreich. Bei *Formica polyctena* FÖRST. finden sich nicht selten mehrere Millionen ♀♀ in einem Nest. Die Waldameisen sind räuberische Insekten. Sie üben einen Einfluss auf die Fauna ihrer näheren Umgebung aus. Dieser Einfluss wird bei bestimmten Raupenkalamitäten deutlich, wenn Beuteobjekte in Massen eingetragen werden. In der Literatur sind darüber zahlreiche Arbeiten und Hinweise vorhanden (Literaturübersicht bei WELLENSTEIN, 1954).

Die gesteigerte Aufmerksamkeit, die die Waldameisen seit jeher genießen, zeigen auch zahlreiche Arbeiten über ihre Systematik. So gibt STITZ (1939) für die mitteleuropäischen Vertreter der *Formica rufa* - Gruppe allein 22 taxonomische Einheiten an, die in der Mehrzahl durch Farbmerkmale unterschieden werden.

Durch Aufzuchtversuche konnte jedoch nachgewiesen werden, dass Farb- und Grösßenmerkmale der ♀♀ sehr variabel sind und sich daher für taxonomische Zwecke nicht eignen (LANGE, 1954, 1956).

Als taxonomische Merkmale werden neuerdings für die *Formica rufa* - Gruppe Skulpturierung und Beborstung der ♀♀ herangezogen (BETREM, 1953; YARROW, 1955; LANGE, 1958 a). Die Beborstung ist zwar ebenfalls variabel und zwar sowohl hinsichtlich der Zahl der Borsten als auch des Körperteiles, worauf sie sitzen. Die einzelnen Arten überschneiden sich aber nur in ihren Extremwerten und deshalb lässt sich die Beborstung sehr wohl als taxonomisches Merkmal verwenden. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von BETREM

(\*) Die Arbeiten wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

(1953), YARROW (1955) und LANGE (1958 a, b) ergeben sich für Deutschland 5 Arten (\*), die neben morphologischen Differenzierungen auch andere Charakteristika aufweisen. Davon sind zwei Arten für die Vermehrung von Bedeutung, nämlich *Formica polyctena* FÖRST. und *Formica rufa* L.

Die Staaten von *Formica polyctena* FÖRST. sind meist polygyn, die von *Formica rufa* L. sind teils monogyn und teils polygyn. Der monogyne Zustand ist der häufigere (LANGE, 1957).

## B. Die taxonomischen Merkmale von *F. rufa* und *F. polyctena*.

Die Skulpturierung kann nicht zur Trennung der ♂♂ von *F. rufa* und *F. polyctena* herangezogen werden (LANGE, 1958 a). Daher wurde der Beborstung Beachtung geschenkt. Sie kann nur dann erfolgreich verwendet werden, wenn Aussagen über ihre Variabilität gemacht werden können. Deshalb wurden die Borsten auf Stirn, Kopfunterseite, linker Vorderbrust und auf den übrigen Thoraxabschnitten gezählt. Sitzen auf dem Thorax mehr als 50 Borsten, so sind einigermassen sichere Zählungen nicht mehr möglich. Dann wurden alle Tiere, die mit Sicherheit 51 und mehr Borsten hatten in die Klasse  $> 50$  eingereiht.

In Abb. 1 sind die Beborstungsgrade dreier *polyctena*-Völker und eines *rufa*-Volkes graphisch dargestellt. Die Werte wurden von je 100 Tieren aus Freilandnestern gewonnen. Die Abbildung zeigt, dass die *rufa*-♂♂ auf allen untersuchten Körperteilen durchschnittlich viel stärker beborstet sind als *polyctena*-♂♂. Besonders deutlich sind die Unterschiede in der Thoraxbeborstung; die Kurven überschneiden sich fast nicht.

Die Körperteile eines Tieres selbst sind häufig recht unterschiedlich beborstet. Eine starke Beborstung der Notien ist nicht unbedingt mit einer starken Beborstung der anderen untersuchten Körperteile verknüpft. Auch die Beborstung der einzelnen Notien variiert. So kann das Pronotum einer *polyctena*-♀ verhältnismässig stark beborstet sein, während das Epinotum nur 1-2 Borsten trägt oder umgekehrt. Desgleichen variiert die Borstenlänge derselben ♀ beachtlich.

Vergleicht man die einzelnen *polyctena*-Völker miteinander, dann sieht man, dass die ♂♂ einzelner Staaten durchweg sehr schwach beborstet oder unbeborstet sind, bei anderen ist die Thoraxbeborstung bei dem grössten Teil der ♂♂ auf dem Epinotum zu finden, und wieder andere Völker sind sehr variabel in der Beborstung der Körperteile. Grundsätzlich die gleichen Erscheinungen trifft man bei *Formica rufa* -

(\*) Während der Drucklegung erschien eine Arbeit von KIRCHNER (Waldhygiene, 1959, p. 54), der über das Vorkommen einer sechsten Art, *Formica aquilonia* YARROW berichtet, die in den deutschen Alpen anzutreffen ist.



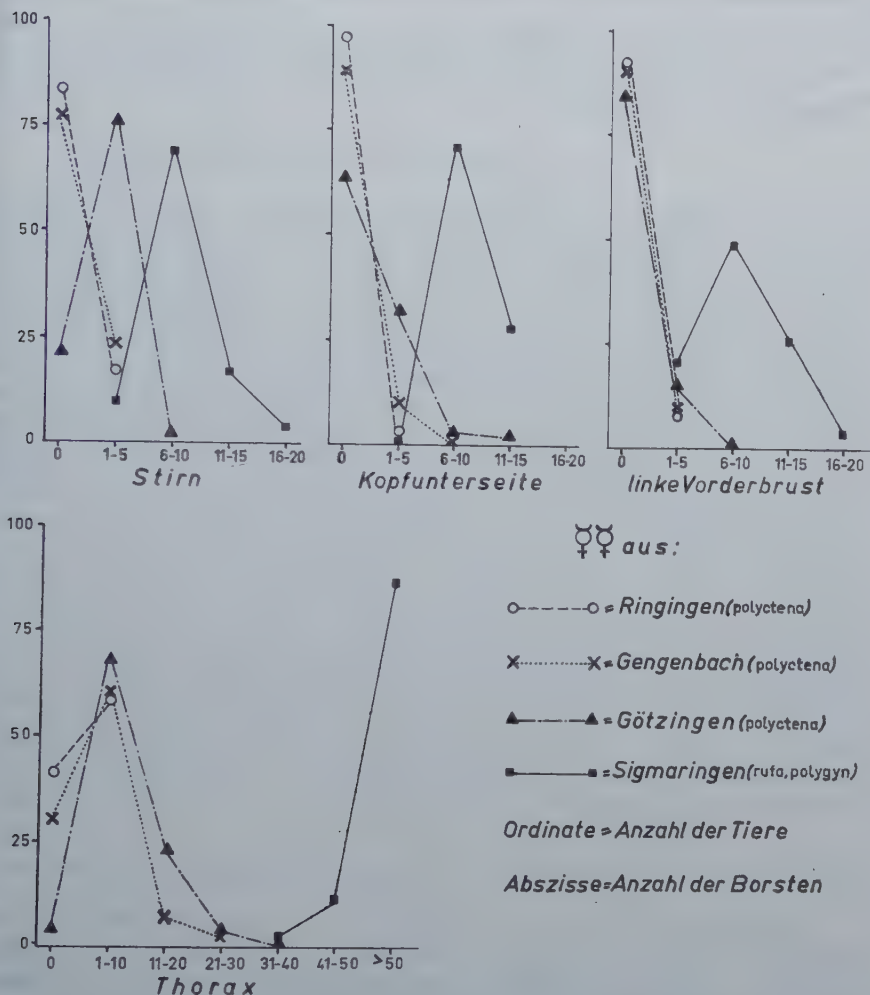


ABB. 1. — Die Beborstungsgrade dreier *F. polycytena*-Völker und eines *F. rufa*-Volkes auf Stirn, Kopfunterseite, Vorderbrust und den übrigen Thoraxabschnitten. Untersucht wurden aus jedem Volk 100 ♂♂.

Völkern an, jedoch liegt die Variationsbreite von *F. rufa* stets in den Bereichen höherer, die von *F. polycytena* in den Bereichen niedriger Beborstungsgrade.

Aufzuchtversuche mit einzelnen und mehreren Weibchen des gleichen *polycytena*-Nestes ergaben, dass sich die Nachkommen der einzelnen Weibchen hinsichtlich der Zahl der Borsten z. T. voneinander unterschieden (LANGE, 1958 a). Die Möglichkeit, dass es sich dabei um genotypisch bedingte Unterschiede handelt, besteht. Dies ist auch nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass ein Wald-

ameisenvolk mehrere Tausend Weibchen beherbergen kann, Jungweibchen fremder Völker werden zumindest von *F. polyctena* ohne Schwierigkeiten aufgenommen.

### C. Die artspezifische Duftkomponente und ihre Bedeutung.

Für die künstliche Vermehrung wurden bisher die meist polygyne *F. polyctena* und die polygyne Form von *F. rufa* herangezogen. Würden sich beide Arten nur in morphologischen Merkmalen unterscheiden, dann wäre dies für die künstliche Vermehrung ohne Bedeutung. Beide Arten aber bekämpfen sich heftig. Die Ursache solcher heftiger Kämpfe ist die Verschiedenheit ihres artspezifischen Duftes. Während man polygyne Völker der gleichen Art, die in Formicaren unter gleichen Bedingungen gehalten wurden, ohne Schwierigkeiten vereinigen kann, misslingt dies, wenn man bei gleichem Futter gehaltene *rufa* - und *polyctena* - Völker vereinigen will. Die Formicarvölker griffen auch dann artfremde ♀♀ an, wenn diese vorher in Äther getötet wurden. Mit Alkohol oder Äther lässt sich aus den ♀♀ ein Stoff ausziehen, der vermutlich diesen artspezifischen Duft enthält, denn mit Extrakt vollgesogenes Mark des schwarzen Holunders (*Sambucus nigra* L.) wurde von einem Teil der ♀♀ bevorzugt besucht. Die Holunderklötzchen mit dem Extrakt aus futterangereicherten aber artfremden ♀♀ riefen immer eine erhöhte Aufmerksamkeit hervor. Die ♀♀ waren in der Nähe des artfremden Duftklötzchens sehr erregt und griffen selbst eigene vorbeilaufende Nestgenossinnen kurz an.

### D. Die Auswahl der für die Vermehrung brauchbaren Ameisenvölker.

Durch die Arbeiten GÖSSWALD's (1941, 1951) war erkannt worden, dass nur oligogyne oder polygyne Völker zur Weitervermehrung geeignet sind. Voranstehend war mitgeteilt worden, dass sowohl *Formica rufa* als auch *Formica polyctena* polygyne Staatswesen bilden. Wählt man daher die für die Nestaufspaltung geeigneten Völker nur nach Gesichtspunkten der Königinnenzahl aus, dann lässt es sich oft nicht vermeiden, dass beide Arten gemeinsam vermehrt werden. Da sich *F. polyctena* und die polygyne Form von *F. rufa* aber heftig bekämpfen, können schon beim Aussetzen mehr oder weniger spürbare Verluste auftreten. Wandernde Ableger werden beim Zusammentreffen mit Völkern der fremden Art vernichtet. Schliesslich ist daran zu denken, dass die wachsenden Ableger ihre Jagdgebiete ausdehnen und so in den Bereich eines artfremden Nestes gelangen können. Ein Ausweichen durch Abwanderung ist im Gebiet einer Kunstvermehrung zumeist nur an der Peripherie des Vermehrungsgebietes möglich. Im Zentrum dagegen geraten wandernde Ableger unweigerlich in die Jagdgebiete anderer Nester, werden also von den Nachbarvölkern

früher oder später vernichtet und verschwinden auch dann, wenn ansonsten die Bedingungen für eine Ameisenvermehrung gegeben sind. Hierfür liegen uns viele Beispiele aus der Praxis vor.

### E. Diskussion.

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, dass bisher zwei Waldameisenarten gemeinsam vermehrt wurden. Es sind deswegen Verluste aufgetreten, die sich nicht ohne weiteres abschätzen lassen. Die polygyne *Formica rufa* ist in Deutschland, soweit sich das bisher sagen lässt, wesentlich seltener als *Formica polyctena*. Schon aus diesem Grunde ist es zweckmässig, für künftige Vermehrungen nur *F. polyctena* heranzuziehen. Von dieser Art wissen wir, dass die Koloniegründung durch Spaltung der Nester erfolgt. Ob auch polygyne *F. rufa* - Völker aufspalten, ist nicht bekannt. Die polygyne *F. rufa* lebt wohl oft in Nestverbänden, so dass man annehmen könnte, ihre Nester vermehren sich ebenfalls durch Teilung, aber Sicheres wissen wir nicht. Dies ist ein weiterer Grund, von einer Vermehrung der polygyne *F. rufa* vorerst abzusehen.

Neue Nester der monogynen *F. rufa* entstehen vornehmlich in den Staaten von *Serviformica fusca* L. Die *rufa* - Königin dringt in *fusca* - Nester ein, tötet deren Königin und lässt die eigene Brut von *fusca* - ♂♂ aufziehen.

Es ist bisher unbewiesen, ob Monogynie und Polygynie bei *F. rufa* erblich bedingt sind. Deshalb kann die polygyne *F. rufa* von der monogynen vorerst nicht abgetrennt werden.

### RÉSUMÉ

Les différences morphologiques entre les ♂♂ de *Formica rufa* L. et celles de *F. polyctena* FÖRST. sont décrites. Les deux espèces sont distinguées par le nombre des poils. En outre les nids de chaque espèce ont une odeur spéciale. Les nids de *F. rufa* L. sont en partie monogynes et en partie polygynes, ceux de *F. polyctena* FÖRST., le plus souvent polygynes. Jusqu'à présent on a multiplié les deux espèces ensemble. En se rencontrant, elles se combattent. L'auteur propose de multiplier désormais seulement *F. polyctena* FÖRST, parce que cette espèce est plus souvent polygyne que *F. rufa*.

### RIASSUNTO

Le differenze morfologiche delle ♂♂ di *Formica rufa* L. e *F. polyctena* FÖRST. sono descritte brevemente. Si possono separare le due specie per mezzo della pelosità del torace e della testa. Oltre a ciò tutte le due hanno un odore specifico.

I nidi di *Formica rufa* L. sono in parte monogini e in parte poligini, quelli di *Formica polyctena* FÖRST. sempre poligini.

Finora le due specie sono state trapiantate insieme. Esse si combattono quando si incontrano. L'Autore propone di usare per i trapianti solamente la *Formica polyctena* FÖRST. poichè questa specie è in Germania più abbondante della *Formica rufa* poligina.

## LITERATURVERZEICHNIS

- BETREM, J. G. — 1953. Enkele opmerking ontrent de Sorten van de *Formica rufa*-groep (Hym.). — *Entomol. Berichten*, **14**, 322-326.
- ESCHERICH, K. — 1942. Die Forstinsekten Mitteleuropas. V. Hymenoptera und Diptera. — Berlin.
- GÖSSWALD, K. — 1941. Rassestudien an der Roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. — *Z. angew. Entomol.*, **28**, 62-124.
- 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. — *Metta Kinau Verlag*, Lüneburg.
- LANGE, R. — 1954. Morphologische und experimentelle Untersuchungen zur Systematik der *Formica rufa*-Gruppe (Hym. Formicidae). — Dissertation, Würzburg.
- 1956. Experimentelle Untersuchungen über Variabilität bei Waldameisen. — *Z. Naturforsch.*, **11 b**, 538-543.
- 1957. Über Misserfolge bei der künstlichen Vermehrung der Roten Waldameise. — *IV. Internat. Pflanzensch. Kongress*, Hamburg (im Druck).
- 1958 a. Über die Variabilität der Beborstung der Waldameisen, zugleich ein Beitrag zur Systematik der *Formica rufa*-Gruppe. — *Zool. Jhrb., Syst.*, **86**, 217-226.
- 1958 b. Die deutschen Arten der *Formica rufa*-Gruppe. — *Zool. Anz.*, **161**, 238-243.
- STÄRCKE, A. — 1944. Determineertabel voor de werksterkaste der Nederlandsche mieren. — *Overdruk uit het Naturhistorisch Maanblaad*, **33**, 1-26..
- STITZ, H. — 1939. Hautflügler oder Hymenoptera, 37. Teil. In DAHL: *Die Tierwelt Deutschlands*.
- WELLENSTEIN, G. — 1954. Was können wir von der Roten Waldameise im Forstschutz erwarten? — *Beitr. Entomol.*, **4**, 117-138.
- YARROW, I. H. H. — 1955. The British ants allied to *Formica rufa* L. (Hym., Formicidae). — *Trans. Soc. Brit. Entomol.*, **12**, 1-48.

(Forstschutzstelle Südwest Freiburg-Wittental).

(z. Z. Entomology Research Institute,  
Belleville/Ontario, Canada).



## SOMMAIRE

## Mémoires originaux

- J. FRANZ & A. SZMIDT : Beobachtungen beim Züchten von *Perillus bioculatus* (FABR.) (*Heteropt.*, *Pentatomidae*), einem aus Nordamerika importierten Räuber des Kartoffelkäfers, p. 87. — H. G. WYLIE : Insect parasites of the Winter Moth, *Operophtera brumata* (L.) (*Lepidoptera* : *Geometridae*) in Western Europe, p. 111. — D. A. CHANT & C. A. FLECHNER : Some observations on the ecology of Phytoseiid mites (*Acarina* : *Phytoseiidae*) in California, p. 131. — M. F. CLARIDGE & R. R. ASKEW : Sibling species in the *Eurytoma rosae* group (*Hym.*, *Eurytomidae*) p. 141 — A. SZMIDT : Beiträge zur Biologie von *Dirhicnus alboannulatus* RATZ. (*Hym.* *Chalcididae*) als Grundlage einer Massenzucht für die biologische Bekämpfung, p. 155. — C. BENASSY & H. BIANCHI : Sur l'écologie de *Prospaltella perniciosi* TOWER (*Hym.* *Aphelinidae*), parasite spécifique importé de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. (*Hom.* *Diaspidinae*), p. 165.

BEOBACHTUNGEN BEIM ZÜCHTEN VON *PERILLUS**BIOCULATUS* (FABR.) (*HETEROPT.*, *PENTATOMIDAE*), EINEM  
AUS NORDAMERIKA IMPORTIERTEN RÄUBER  
DES KARTOFFELKÄFERS

VON

J. FRANZ und A. SZMIDT (\*)

## I. Problemstellung.

Die Pentatomide *Perillus bioculatus* (FABRICIUS) scheint nach den vorliegenden Berichten (KNIGHT, 1923) (McDANIEL, 1924) aus der Gegend der Ostabhänge der südlichen Rocky Mountains in Nordamerika zu stammen. Mit der Ausbreitung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* (SAY) aus der gleichen Region über den gesamten Ostteil des nordamerikanischen Kontinentes bis zur Ostküste und nördlich bis zum Lake Huron (TOWER, 1900; TROUVELOT, 1936) ist dieser Kartoffelkäfer-Räuber offenbar in das erweiterte Wohngebiet seines Beutetieres eingewandert. Nach KNIGHT (1923), dem wir die gründlichste Studie über die Raubwanze verdanken, folgte diese dem Kartoffelkäfer in einem gewissen zeitlichen Abstand nach. Im südlichen Ontario, Kanada, so am Nordufer des Lake Ontario, ist

(\*) Herr Dr. A. SZMIDT vom Forstschutz-Institut in Posen (Katedra Ochrony Lasu, Poznań, Polen) arbeitete von März bis Oktober 1959 als Stipendiat der Rockefeller-Foundation in Darmstadt.

sie heute häufig (BRIAND, 1936; FRANZ, 1957). Im ganzen gesehen reicht ihre Verbreitung in Kanada von British Columbia (Cranbrook, Vernon) durch den Südteil aller weiter östlich gelegenen Provinzen bis einschliesslich Quebec, scheint aber nach den in der National Collection in Ottawa vorhandenen Belegstücken in New Brunswick und ostwärts davon zu fehlen (nach briefl. Mitteilung von Herrn G. P. HOLLAND). In den Vereinigten Staaten geht das Verbreitungsgebiet ebenfalls quer durch den nordamerikanischen Kontinent, im Westen bis New Mexico, Arizona und zum südwestlichen Texas, an der Atlantikküste jedoch nur bis Virginia. Sie fehlt also offenbar im Südosten der U.S.A., östlich von Texas und südlich des 36. Breitengrades (nach briefl. Mitteilung von Dr. P. W. OMAN).

*P. bioculatus* wurde bereits 1928 und in den folgenden Jahren mehrfach nach Frankreich neben anderen Räubern und Parasiten zur biologischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers eingeführt (TROUVELOT, 1932; BRIAND, 1936; BRUNETEAU, 1937; COUTURIER, 1938; FEYTAUD, 1938).

Die angesiedelten kleinen Kolonien hielten sich jedoch offenbar nicht und weitere Arbeiten wurden durch den Krieg unterbrochen.

Im Rahmen einer Arbeitsgruppe der C.I.L.B. wurde die Frage der Einfuhr des Kartoffelkäfers neuerdings wieder aufgegriffen (vgl. FRANZ, 1957). Durch das Entgegenkommen kanadischer Dienststellen und Kollegen (\*) war es möglich, 1956, 1957 und 1958 die genannte Prädatorenart einzuführen; sie wurde in Darmstadt weitergezüchtet. Die folgende Mitteilung beschreibt die Lebensweise von *P. bioculatus* und behandelt dann Zuchtverfahren, die sich bei uns bewährt haben.

(\*) Auch an dieser Stelle sei für die grosszügige Hilfe vielmals gedankt: der damaligen Division of Entomology, Science Service, Department of Agriculture, Ottawa; den Herren Dr. B.P. BEIRNE, Direktor des Research Institute for Biological Control, Belleville, Ont., und L.J. BRIAND, ebendort, der die Eier der Raubwanze 1957 und 1958 beschaffte und verschickte; den Herren Dr. P.W. OMAN, Entomology Research Division, Insect Identification and Parasite Introduction, Research Branch, Beltsville, Maryland, U.S.A., und G.P. HOLLAND, Entomology Research Institute, Ottawa, Ont., Canada, für Angaben zur Verbreitung der Raubwanze. Ferner danken wir für die zeitweilige Betreuung der Zuchten den Herren Dr. O.F. NIKLAS und W. ROTH, sowie Frau A.L. KLEIN und Fräulein U. HEEGE.

### Legende der Tafel

ABB. 1. — Weibchen von *Perillus bioculatus* (weisse Phase) bei der Eiablage. Beachte die helle Farbe des gerade gelegten Eies und die zunehmende dunkle Verfärbung der zuvor erzeugten.

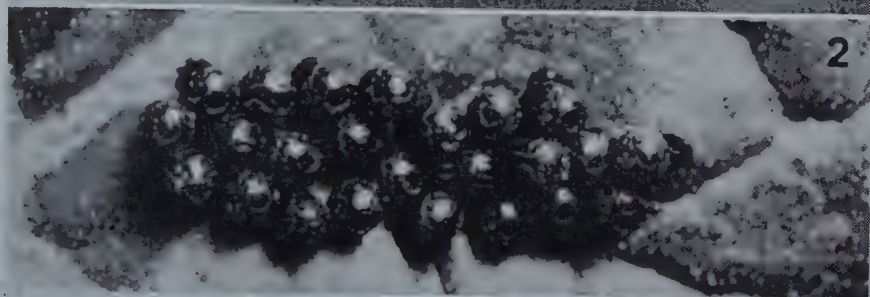
(Aufn. J. FRANZ.)

ABB. 2. — Älteres Eigelege von *Perillus bioculatus* auf Kartoffelblatt.

(Aufn. J. FRANZ.)

ABB. 3. — Larven von *Perillus bioculatus* saugen an einer Kartoffelkäferlarve (L<sub>4</sub>).

(Aufn. J. FRANZ.)





Ein erprobtes Verfahren der Massenzucht wird dabei als notwendige Voraussetzung für den Versuch einer Ansiedlung der Raubwanze in Europa angesehen.

## 2. Aussehen und Lebensweise.

Da eine gründliche Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstadien von *P. bioculatus* durch KNIGHT (1923) vorliegt und auch die Lebensweise von diesem Autor eingehend geschildert, dann noch von TROUVELOT (1932), LANDIS (1937) und COUTURIER (1938) ergänzt wurde, begnügen wir uns hier mit einer kurzen Zusammenfassung der bekannten Tatsachen, soweit wir sie durch eigene Beobachtungen bestätigen und vervollständigen konnten.

### 2.1 IMAGO.

Die erwachsenen Wanzen treten in einer roten, gelben und weissen Farbphase auf, bei welcher auf schwarzem bzw. bei der weissen Form auf braunem Untergrund jeweils die genannte Farbe ein charakteristisches Muster bildet (vgl. Abb. 1). Die Entstehung der Farbphasen ist nach KNIGHT (1923) temperaturbedingt. Das Männchen ist 8,6 bis 10,0 mm lang und unterscheidet sich vom grösseren, 10,5 bis 11,5 mm langen Weibchen auch durch das Vorhandensein einer feinbeborsteten Partie auf dem 5., 6. und Vorderrand des 7. Sternits. Sie beginnen im Frühling an warmen Tagen ihre Winterverstecke zu verlassen (Einzelheiten bei 4.7), die sie im Herbst aufgesucht hatten. Bevorzugte Überwinterungsorte sind Wäldchen, Gebüsche und Hauswände. Die zugleich mit oder nach den Kartoffelkäfern an den jungen Kartoffelstauden erscheinenden Wanzen saugen gern etwas an den Stengeln, wie dies auch von anderen carnivoren Asopinen bekannt ist. Im übrigen bevorzugen sie als Nahrung alle erreichbaren Stadien von *L. decemlineata* und sind auch in der Lage, erwachsene Kartoffelkäfer durch Anstechen von hinten zwischen die Flügeldecken oder in die Analöffnung zu überwältigen. Eine gewisse Bindung an diese Beuteart lässt sich auch aus der eingangs geschilderten Ausbreitung der Wanze in Nordamerika im Gefolge des Kartoffelkäfers ablesen. Trotzdem nimmt *P. bioculatus* gelegentlich auch andere Beuteinsekten an, zumal wenn er hungrig ist. Aus dem Freiland sind allerdings nur drei andere Beutearten bekannt geworden: Raupen von *Hemerocampa* sp. (« tussock moth »), wohl *leucostigma* (J.E. SMITH) und von *Mamestra* spec., sowie Larven von *Trirhabda canadensis* KIRBY (*Chrysomelidae*) (zit. Knight, 1923). Im Käfig wurden bisher ausserdem noch angenommen: Raupen von *Ceramica picta* (HARR.) (*Noctuidae*) (KNIGHT, 1923), Larven von *Lema trilineata* OL. und *Crioceris asparagi* L. (*Chrysomelidae*) (LANDIS, 1937), sowie ungenannte Raupen von *Pseudaletia unipuncta* (HAW.) (*Noctuidae*) und Larven von *Melanoplus femur-rubrum* (DE G.) (*Acrididae*) (KNIGHT, 1932). In eigenen Versuchen gelang es, Larven von *P. bioculatus* mit aus dem Kokon herausgeholten Ruhelarven von *Diprion frutetorum* (F.) (*Diprionidae*) aufzuziehen; diese Tiere schienen allerdings unfruchtbar zu sein. Eine solche begrenzte Oligophagie erlaubt es der Art sicher, Zeiten ohne Kartoffelkäfer besser zu überstehen.

Wenn sich die Angegriffenen wehren, versuchen die Wanzen, sie von der Unterlage zu lösen und saugen dann die an ihrem Rüssel hängenden Beutetiere aus. Die Räuber lieben direkte Sonnenbestrahlung, vor allem am Morgen, und ziehen sich bei kühlem Wetter in Verstecke zurück, in denen sie gern gruppenweise sitzen. Steigt die Lufttemperatur über etwa 30 °C, suchen sie ebenfalls schattige Orte auf. Überhaupt sind die Imagines recht beweglich und fliegen auch grössere Strecken. Die Kopulation findet in der bei Pentatomiden üblichen Weise statt, bei der Männchen und Weibchen in entgegengesetzter Richtung stehen und län-



gere Zeit fest verhaftet bleiben. Die Weibchen legen ihre zweizeiligen Eigelege, die meist 10-25 Eier umfassen, auf die Oberseite von Blättern ab (Abb. 2). Am Nordufer des Lake Ontario beobachtete einer von uns (FRANZ) 1956 zwei Generationen; im Staate New York entwickeln sich drei Generationen im Jahr (Juni bis Ende September). Die Lebensdauer beträgt einige Monate, bei Überwinternden bis zu einem Jahr.

## 2.2 EIER UND LARVEN.

Die 1,2 mm hohen Eier entsprechen in ihrer Form durchaus den anderen Asopinen-Eiern. Direkt nach der Eiablage sind sie weisslich und erst im Laufe der nächsten 10-20 Minuten verfärben sie sich über dunkelbraun in tiefschwarz (Abb. 1 u. 2). Die Beobachtung von KNIGHT (*l.c.*), wonach unbefruchtete Eier stets grau bleiben sollen, konnten wir nicht bestätigen. Ein geringer Prozentsatz der Eier bleibt grau, aber diese sind nicht viel häufiger unbefruchtet als solche, die sich normal schwarz verfärben. In unseren Versuchen betrugen die Ausfälle bei 200 schwarz verfärbten Eiern 10 %, bei 200 nicht voll ausgefärbten, grauen Eiern 20 %.

Die nach 5-8 Tagen Eizeit frisch geschlüpften *Erstlarven* bleiben zuerst zusammen am Gelege sitzen und saugen später Saft der Kartoffelblätter (vgl. unten). Erst vom 2. bis zum letzten (5.) Stadium leben die Larven räuberisch, als jüngere Tiere von Eiern und Junglarven des Kartoffelkäfers, als ältere von allen Stadien. Larven von *P. bioculatus* saugen oft gemeinsam an einer Beute (Abb. 3), die sie vorher zusammen überwältigt haben. Zur Häutung ziehen sich diese Stadien gern in ein Versteck zurück. Frisch gehäutete Tiere sind einfarbig rot und, solange ihre Kutikula noch nicht erhärtet ist, gegen Angriffe auch von Artgenossen besonders empfindlich (Abb. 4). Kannibalismus wurde bisher nur in überbesetzten Zuchten, nicht im Freien beobachtet. Schon im vorletzten und letzten Stadium lassen sich helle und dunkle Farbvarietäten der Larven unterscheiden, die aber bei den Imagines sich noch ändern können. Die letzten Larven einer Vegetationsperiode entwickeln sich oft nicht mehr zu Imaginen. Nur diese überstehen den Winter, wenn auch im Staate New York nach Ansicht von KNIGHT (1923) nur 5 % von der herbstlichen Ausgangspopulation. TROUVELOT (1932) beobachtete, dass im Frühling *P. bioculatus* dort häufiger erschien, wo in Feldnähe Winterverstecke (Gehölze und Büsche) vorhanden waren. Häuser dienen als bevorzugte Überwinterungsplätze (KNIGHT, *l.c.*; MC DANIEL, 1924).

## 3. Versand.

Die 1956 von J. FRANZ und in den folgenden Jahren von L. J. BRIAND aus Kanada übersandten Tiere wurden im Eistadium verschickt. Dies hatte den Vorteil, dass einige Dutzend Eier in einer kleinen flachen Blechschachtel Platz fanden und in dieser im Luftpotsumschlag mit der Briefpost transportiert werden konnten (Abb. 5). Auf diese Weise waren die Eier nur 4-6 Tage von Belleville, Ont., nach Darmstadt unterwegs. Die Eientwicklung benötigt bei 20-25 °C 6-8 Tage, so dass Verluste durch Schlüpfen der Larven auf dem Transport von Amerika nach Deutschland selten vorkamen. 1959 wurden von Darmstadt nach Posen und Budapest ebenfalls Eier in der gleichen Weise an dortige Fachinstitute versandt (s. unten). Dabei gab es einige Ausfälle beim Versand von Darmstadt nach Posen, da die Post hier eine Woche und länger unterwegs war. Frisch abgelegte

Eier lassen sich einige Tage kühl stellen, wenn man das Zusammenkommen mehrerer Gelege abwarten will. Die Sterblichkeit nimmt dabei entsprechend der Länge dieser Entwicklungsunterbrechung zu. So starben von je 100 Eiern bei 5 Tagen Kühllhaltung (14-15 °C) : 25 %; bei 15 Tagen (15 °C) : 56 % und bei 30 Tagen (15-16 °C) : 100 %, wie die Weiterzucht im Lichtthermostaten bei 25/20 °C (vgl. unten) ergab. Bei 15 °C hört die Embryonalentwicklung also bereits auf.

#### 4. Beobachtungen beim Züchten von *P. bioculatus*.

##### 4.1 ZUCHTVERFAHREN.

Da die Absicht bestand, die importierten Wanzen für eine Stammzucht und für Massenzuchten weiter zu verwenden, wurden verschiedenartige Zuchtverfahren erprobt.

*Einzelzuchten* sind erst vom 2. Larvenstadium an zweckmässig, da die frisch geschlüpften Tiere eng zusammenbleiben und lediglich Pflanzensaft saugen. Einzeln gehaltene Zweitlarven und ältere Stadien hielten wir in Petrischalen mit Filtrierpapiereinlage; dazu kamen einige alle 1-2 Tage erneuerte Kartoffelblätter in einem wassergefüllten Glasröhrchen.

*Gruppenzuchten* von je etwa 20 Individuen hielten wir entweder in grossen Hygrostatenschalen nach Zwölfer ( $\varnothing = 14,5$  cm) oder in cellophanbedeckten 7 cm hohen Pappbechern mit seitlicher Einfüllöffnung. Letztere waren praktischer, da man seitlich in das Gefäss hineinreichen konnte und keine Wanzen zwischen Deckel und Oberrand, wie häufig bei den Hygrostatenschalen, zerquetscht wurden. Kartoffelblätter mit den jeweils als Futter vorgesehenen Stadien von *L. decemlineata* wurden alle 2 Tage erneuert. Pappbecher waren seitlich und unten kräftig durchlöchert, um die Ventilation zu verbessern. (Kurzname : Gruppenzucht-Hygrostat bzw. - Pappbecher.) — Einzel- und Gruppenzuchten wurden meist im Lichtthermostaten bei 16 Stunden Helligkeit, 25 °C, wechselnd mit 8 Stunden Dunkelheit, 20 °C, gehalten. Die relative Luftfeuchtigkeit in den Zuchtgefässen wurde auf 60-80 % eingestellt, so dass auf Salzbrei bei den Hygrostatenschalen verzichtet werden konnte.

Für *Massenzuchten* war es notwendig, den Raubwanzen genügend Raum zu geben, den Käfig leicht öffnen und reinigen zu können, ohne dass Tiere entweichen konnten, und lebende Kartoffeltriebe für Erstlarven und für die Beute zur Verfügung zu haben. Diesen Anforderungen entsprach ein von SZMIDT entwickelter Käfig ohne Boden, dessen Aussehen aus Abb. 6 hervorgeht. Die Aussenmasse des Käfigs sind : 30 × 30 cm Grundfläche, 41 cm Höhe. Die Vorderwand mit

#### Legende der Tafel

ABB. 4. — Frisch gehäutete, noch einfarbig rote Larve<sub>4</sub> von *Perillus bioculatus* neben ihrer Larvenhaut und einer ausgefärbten Larve<sub>3</sub>.  
(Aufn. J. FRANZ.)

ABB. 5. — Versandschachtel mit Eiern von *Perillus bioculatus*.

(Aufn. RÜHL, BBA, Darmstadt.)

ABB. 6. — « Schieberkäfige » zur Massenzucht von *Perillus bioculatus* (nähere Erläuterung im Text).

(Aufn. RÜHL, BBA, Darmstadt.)





grosser, durch einen Deckel verschliessbarer Öffnung besteht aus Presspappe, der übrige Rahmen aus Holz. Oben ist eine Glasscheibe eingesetzt, alle übrigen Wände sind mit feinem Messing-Maschendraht (Maschenweite 0,5 mm) oder Plastikgewebe (Maschenweite 0,8 mm) bezogen. Eine benachbarte eingetopfte Kartoffelstaude wird, wie auf der Abbildung ersichtlich, mit den Stengeln in den Käfig eingeführt. An dieser Stelle verschliesst den Käfig ein Schieber, der mit



ABB. 7. — Larven der verschiedensten Stadien, vor allem L<sub>4</sub>, die sich bei Bestrahlung auf dem Schaumplastik-Versteck im Käfig ansammeln.  
(Aufn. RÜHL, BBA, Darmstadt.)

Gummizug nach unten gehalten wird und zwischen zwei Schaumgummiauflagen den Schlitz neben den eingeführten Stengeln abdichtet. Der Käfig steht ohne Boden auf einer versteiften Schaumgummiunterlage, so dass Abfälle leicht zu entfernen sind. Als Versteckplatz führt am oberen Käfigrand, dem nach oben strebenden Verstecktrieb der Wanzen entsprechend, eine 5 cm breite Schaumplastikaufgabe entlang, unter der sich die Tiere bei Häutung und kühler Witterung verkriechen und auf der sie sich bei Einstrahlung sonnen (Abb. 7). Diese Käfige standen in einem ungeheizten Glashaus; in jedem konnten etwa 3-500 Tiere zugleich leben. Das Aufstellen der eingetopften Kartoffelstaude neben statt in dem Zuchtkäfig trug dazu bei, die für *P. bioculatus* ungünstige, durch die feuchte Erde hervorgerufene hohe Luftfeuchtigkeit zu vermeiden. Trotzdem standen

### Legende der Tafel

ABB. 8. — Freilandkäfig zur Überwinterung von *Perillus bioculatus*.

(Aufn. RÜHL, BBA, Darmstadt.)

ABB. 9. — Blick in den Freilandkäfig: Überwinterungsverstecke unter Rinde und zwischen Brettern.

(Aufn. RÜHL, BBA, Darmstadt.)





stets Pflanzensäfte zur Verfügung, welche ausser  $L_1$  (obligatorisch) auch gelegentlich ältere Larven und Imagines aufnehmen. Die Fütterung wird später besprochen (Kurzname : Schieberkäfig).

*Freilandzuchten* wurden durch 3 Jahre in einem  $2 \times 2 \times 2$  m grossen, mit Maschendraht bezogenen Käfig geführt. Als Eingang und zugleich Sicherheits-schleuse diente ein nur 1 m hoher Gang (s. Abb. 8). Gegen Regen von oben war das Innere durch ein Plastikdach geschützt. Die Luftfeuchtigkeit im Innern, die sonst in solchen Maschendrahtkäfigen höher als in der besser ventilierten Umgebung zu sein pflegt, entsprach dadurch den Aussenbedingungen. Im Innern des Käfigs wuchsen Kartoffeln, die bei Bedarf nachgepflanzt werden konnten. Als Versteckplätze dienten hier von September bis Mai Bretter mit aufgenagelten Rindenstücken und aufklappbare Verstecke aus Holz, die eine Überwachung der Sterblichkeit auch im Winter erlaubten (Abb. 9) (Kurzname : Freilandkäfig). FEYTAUD (1938) erwähnt bereits ähnliche künstliche Versteckplätze.

#### 4.2 NAHRUNGSVERBRAUCH.

Als Gesamtverbrauch eines Tieres während der Larvenentwicklung von *P. bioculatus* gibt KNIGHT (1923) an : 36 Eier und 34 Larven bzw. Käfer von *L. decemlineata*. Während der Imaginalzeit verbraucht ein Tier nach dem gleichen Autor in der Zucht während 6 Wochen : 84 Larven bzw. Käfer. Im Freien soll der Verbrauch grösser sein. LANDIS (1937) fand einen Verzehr von durchschnittlich 231,5 Eiern von *L. decemlineata* oder von 451,7 Eiern von *Lema trilineata* OL. je Individuum während der Larvenentwicklung.

Eigene Untersuchungen ergaben für die Larven die in Tab. 1 angegebenen Werte.

TABELLE 1 : Nahrungsbedarf der Larvenstadien 1-5 von *Perillus bioculatus* bei verschiedener Ernährung (Gruppenzucht Pappbecher, Lichtthermostat, wie S. 92 angegeben).

ART DES FUTTERS ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> )	ZAHL DER		ZAHL	DURCHSCHNITTLICHER	
	angesetzten Eier von <i>P. bioculatus</i>	gezüchteten ad.	ausgesaugter Beutetiere	je 1 ange- setztes Ei	je 1 ent- wickelte ad.
<i>Eier</i>	20	17	5280	243	
	20	18	4835		
	20	16	4450		285
<i>Larven 4</i>	20	14	50	2,7	
	20	15	56		
	20	15	57		3,7
<i>Imagines</i>	20	12	57 *	3,0	
	20	12	62 *		
	20	15	62 *		
	20	7	55 *		5,1

(\*) Zahlen nicht ganz genau, da man einem toten Käfer nicht immer ansehen kann, ob er ausgesaugt wurde.

In der obigen Tabelle sind die rechten, fettgedruckten Durchschnittszahlen massgebender, da die Abgänge meist in den jüngeren Larvenstadien auftraten, das letzte aber, wie die folgende Abb. 10 zeigt, prozentual am meisten verbrauchte. In diesen Zuchten kam also eine Raubwanze während der Larvenentwicklung durch-

schnittlich mit 285 Eiern oder 3,7 Larven<sub>4</sub> oder 5,1 Imagines des Kartoffelkäfers aus. Diese Werte sind deutlich niedriger als die von KNIGHT mitgeteilten, entsprechen aber gut denen von LANDIS (1937). Auf die unterschiedliche Sterblichkeit bei verschiedener Nahrung wird später noch eingegangen.

Wie sehr der *Nahrungsverbrauch im Laufe der Larvenentwicklung* zunimmt, zeigt die Abb. 10. Beachtlich ist das übereinstimmende Ergebnis bei reiner Ei- und bei reiner Larven-Nahrung.

Dass die *Erstlarven* tatsächlich an Kartoffelstengeln saugen, wurde beobachtet. Gibt man in eine Zucht kein frisches Kartoffellaub,

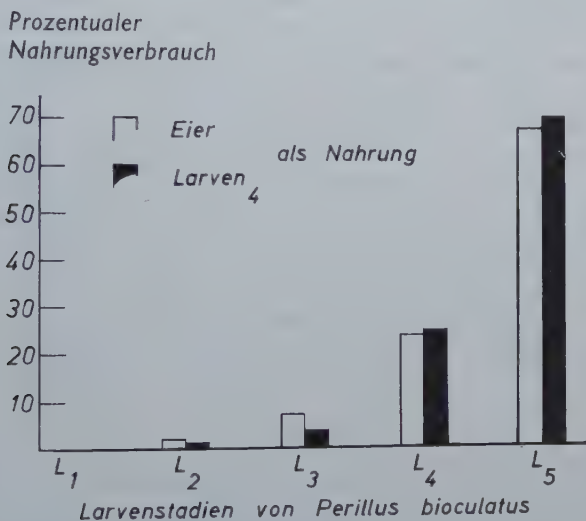


ABB. 10. — Prozentuale Verteilung des Nahrungsverbrauches von *Perillus bioculatus* während der Larvenentwicklung bei ausschliesslicher Fütterung mit L<sub>4</sub> bzw. mit Eiern von *L. decemlineata*. — Jeweils 3 Versuche zu je 20 Larven in Gruppenzucht-Pappbecher, Lichtthermostat.

sondern nur Wassertropfen für den Flüssigkeitsbedarf der L<sub>1</sub> oder auch Eier bzw. zerdrückte L<sub>4</sub> vom Kartoffelkäfer, so sterben die Hälfte bis zwei Drittel der Larven bereits vor der 1. Häutung und der Rest als L<sub>2</sub>. Das Saugen an einer Pflanze ist also für Erstlarven von *P. bioculatus* lebenswichtig. Auch ältere Larven und Imagines müssen von Zeit zu Zeit an frischem Kartoffellaub saugen. Nach FEYTAUD (1938) nehmen die Wanzen auch *Sedum* an.

Nach der Überwinterung, in der Periode der beginnenden Eiablage, verzehrten 25 Imagines an zusammen 448 Beobachtungstagen im Lichtthermostaten in Hygrostatenschalen durchschnittlich je Tier zwischen 0,5 und 10 Kartoffelkäfer ad., zumeist 0,7-0,8 am Tag. Bei Zukost von Kartoffelkäfer-Eiern ging der Verbrauch an Käfern

zurück (z.B. 0,26 ad. und 18,7 Eier je Tag als Durchschnitt von 3 Wanzen in zusammen 63 Tagen, dabei Ablage von zusammen 383 Eiern durch ein Weibchen) (s. unten). Bestand die Nahrung nur aus  $L_4$  des Kartoffelkäfers, verbrauchten 48 Imagines von *P. bioculatus* an zusammen 576 Tagen durchschnittlich je Tier 0,48  $L_4$  am Tag (Lichtthermostat, Hygrostatenschalen und Pappbecher). Der Nahrungswert eines erwachsenen Kartoffelkäfers im Winter beträgt also für die Raubwanzen dieser Altersgruppe etwa die Hälfte einer Larve.

Wie lange erwachsene Wanzen *ohne Nahrung* zu überleben vermögen, zeigt Tabelle 2.

TABELLE 2 : Hungerfähigkeit von adulten *Perillus bioculatus*.

ZAHL UND GESCHLECHT der Ver- suchstiere	ZUCHT- BEDINGUNGEN	VERSUCHS- DAUER (Tage)	ABGELEGTE EIER		STERBLICHKEIT in	
			Kontrolle	Hunger- versuch	gefütter- ter Kontrolle in %	im Hunger- versuch in %
je						
25 ♂♂	Schieberkäfig im Gewächshaus	31	—	—	24	52
7 ♀♀, 8 ♂♂	Hygrostat im Licht- thermostat	31	669	98	54	80
5 ♀♀, 5 ♂♂	»    »	68	70	28	50	60

Auch bei Tagestemperaturen von 25 °C (16 Std. täglich, Lichtthermostat) bzw. 25-30 °C (Gewächshaus) können also adulte *P. bioculatus* 1-2 Monate ohne Nahrung überleben, wobei die Ausfälle um 10 bis 28 % (des Ausgangsbestandes) gegenüber den Kontrollen zunahmen. Eier werden dabei allerdings nur noch in den ersten Tagen abgelegt.

Mehrfach kam es vor, dass im Sommer einzelne Tiere unter den gleichen Bedingungen im Lichtthermostaten, unter denen die Mehrzahl der Artgenossen Eier legte und regelmässig Nahrung aufnahm, plötzlich die *Nahrung verweigerten* und 1-2 Monate fast bewegungslos verharreten. Danach begannen sie manchmal aus nicht erkennbaren Gründen wieder mit dem Fressen und der Eiablage. Im Spätherbst stellten nahezu sämtliche Tiere die Nahrungsaufnahme ein, auch wenn sie warm gehalten wurden (vgl. S. 105). Hier scheint also eine obligatorische Aktivitätsunterbrechung (Diapause) zu bestehen, während sich im Sommer nur immer wenige Einzeltiere so verhielten. Die Bedingungen für die Diapause werden gegenwärtig von Herrn Prof. DE WILDE (Wageningen) an von uns übersandten Tieren näher untersucht.



## 4.3 GESCHLECHTERVERHÄLTNIS UND EIZAHL.

Das in unseren Zuchten beobachtete Verhältnis von Männchen und Weibchen war praktisch 1 : 1 (ausgezählt : 501 ♂♂ : 459 ♀♀). — Die durchschnittliche *Eizahl* eines Weibchens gibt KNIGHT (1923) mit 144 an, eine Zahl, die von 9 ausgewählt fruchtbaren Tieren seiner Zuchten ermittelt wurde (Maximum 264, Minimum 62). Der tatsächliche Durchschnitt lag also wohl etwas tiefer. — Unser Augenmerk war vor allem darauf gerichtet, zu erfahren, ob und wie die Nahrungsart während der Larvenzeit auf die Eizahl der Imagines einwirkt. Zu diesem Zweck verglichen wir die Legeleistung von je 20 Weibchen, die als Larven nur von Kartoffelkäfer-Eiern, nur von seinen Larven oder nur von Imagines dieser Art gelebt hatten. Als Imagines wurden sie alle mit gemischtem Futter, vorwiegend mit Kartoffelkäfer-Larven, ernährt. Jeder Einzelversuch erfasste die Zeit von 30 Tagen nach Beginn der Eiablage bei jeweils 10 begatteten Weibchen. Da einige Tiere während dieser Zeit starben, wurde die Eileistung je Weibchen stets auf die tatsächlich vorhandene Individuenzahl bezogen. Zum Vergleich wurde auch bei unbefruchteten Weibchen die Eiproduktion ermittelt. Das Ergebnis zeigt die Tabelle 3.

TABELLE 3 : Monatliche Eiproduktion von *P. bioculatus* — Weibchen nach verschiedener Ernährung als Larve (Hygrostatenschalen, Lichtthermostat).

LARVENNAHRUNG ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> )	AUSGANGSZAHL UNTERSUCHTER WEIBCHEN begatte Tiere	DURCHSCHNITTliche EIZAHL JE WEIBCHEN in 30 Tagen
Eier	20	94,5
Larven	20	97,4
Imagines	20	40,4
verschiedene Stadien	unbegattete Tiere 10	13,9

Es zeigt sich also wieder, dass die Ernährung mit Imagines der Kartoffelkäfer sehr viel ungünstiger ist als die mit Eiern oder Larven und dass die Schädigung durch unteroptimale Larvenernährung nicht während der Imaginalzeit wieder ausgeglichen werden kann.

Da in den ersten 4 Wochen nach Beginn der Eiablage erfahrungsgemäss der grösste Teil der Eier erzeugt wird, dürfte die *durchschnittliche Eiproduktion eines Weibchens* unter den genannten, dem Freiland ähnlichen Bedingungen bei etwa 100 bis 120 Eiern liegen. Die grösste Legeleistung beobachteten wir bei einem Weibchen nach der Überwinterung, das in 50 Tagen 6 Kartoffelkäfer ad. und 922 Eier aussaugte und in dieser Zeit 19 Gelege mit zusammen 383 Eiern erzeugte (Lichtthermostat). Die von FEYTAUD (1938) gemachte Angabe, wonach *P. bioculatus* erst bei Temperaturen von über 29 °C

mit der Eiablage beginnt, liess sich nicht bestätigen; die bei 25 °C (16 Std.)/20 °C (8 Std.) gezüchteten Tiere legten, wie geschildert, regelmässig Eier und kopulierten auch bei diesen, den hiesigen sommerlichen Freiland-Temperaturen etwa entsprechenden Wärmegraden.

#### 4.4 ENTWICKLUNGSDAUER.

Auch die Dauer der Larvenentwicklung wird durch die Ernährung beeinflusst. Bei reiner Kartoffelkäfer-Eier-Diät benötigten 120 Larven durchschnittlich 19,6-23,6 Tage bis zur Imago, bei Larven-Diät 22,8-27,6 Tage, bei reiner Käfer-Diät (entflügelte Käfer) 25,4-29,2 Tage, bei gemischter Diät 23,3-28,7 Tage (jeweils die Mittel aus 5 Parallel-Versuchen im Lichtthermostaten in Pappbechern). Bei reiner Aufzucht mit gefrorenen, täglich erneuerten Kartoffelkäfer-Larven benötigten 60 Erstlarven der Wanze sogar 36-38 Tage bis zur Imago. Das erste, phytophage Larvenstadium währte stets 2-4 Tage; die folgenden 3 Stadien benötigten bei Eier-Diät 3-4 Tage, das 5. Stadium 6-7 Tage. Bei abnehmender Eignung der Ernährung verlängerte sich die Stadiendauer bei  $L_{2-5}$  mehr und mehr, bis die oben genannte Gesamtdauer der Entwicklung erreicht war. Dabei reagierten alle carnivoren Stadien etwa gleich empfindlich. Auch hier wieder bewährten sich die Eier und Larven des Kartoffelkäfers als das geeignetste Futter für die Aufzucht von *P. bioculatus*.

LANDIS (1937) beobachtete eine schnellere Larvenentwicklung und weniger Verluste bei Fütterung mit Larven von *Lema trilineata* Ol. oder *Crioceris asparagi* L. als bei Ernährung mit Kartoffelkäfer-Larven. Wurden jedoch Eier dieser Chrysomeliden verfüttert, erwiesen sich die von *L. decemlineata* als die besten. Nach dem gleichen Autor verlangsamte sich ferner die Entwicklung, und nahm die Sterblichkeit der *P. bioculatus*-Larven zu, wenn man die verfütterten Kartoffelkäfer-Larven statt mit *Solanum dulcamara* mit *S. carolinense* aufzog. In Europa dürften andere Nährpflanzen des Kartoffelkäfers zu selten sein, um die Entwicklung unserer Raubwanzen auf dem Wege über das Beutetier praktisch zu beeinflussen.

#### 4.5 DIE MORTALITÄT BEI DER ZUCHT.

Welche Zuchtbedingungen am günstigsten sind, liess sich der Literatur nicht entnehmen. KNIGHT (1923) züchtete Einzelpaare in Marmeladengläsern und liess von den älteren Larven jeweils nur 6-7 zusammen. FEYTAUD (1938) beschreibt einige Käfigtypen, die über Kartoffelpflanzen gestellt wurden. Interessant sind seine versetzbaren Freilandkäfige. Genaue Angaben über die Verluste bei den verschiedenen Zuchtmethoden fehlen jedoch.

Eigene umfangreiche Versuche, die hier nur summarisch besprochen werden, dienten dazu, eine gute Zuchtmethode im Laboratorium zu finden. Drei Bedingungen erwiesen sich als besonders wichtig: Temperatur, Ernährung und Versteckplätze. Einzelzuchten, die wir 1956 anlegten, um Verluste durch Kannibalismus zu vermeiden, ergaben keine höheren Überlebensraten als Gruppenzuchten von 20-25 Lar-

ven, da offenbar das Überwältigen der Beute den Larvengruppen besser gelingt.

**Temperatur:** Gut gefütterte (vgl. unten) gruppenweise Larvenzuchten bei durchschnittlichen Temperaturen von 19 bis 22 °C im Zimmer führten zu Verlusten von 70-80 % bis zum Imaginalstadium. Erst der Übergang zu Zuchttemperaturen von 25 °C (16 Stunden lang) im Lichtthermostaten senkte die Sterblichkeit bedeutend. Eine Minimaltemperatur von 28-29 °C war für Eiablage jedoch nicht notwendig.

Die **Ernährung** beeinflusste bei den genannten Bedingungen im Lichtthermostaten die Sterblichkeit während der Larvenzeit sehr stark, wie Tab. 4 zeigt.

TABELLE 4 : Mortalität von *P. bioculatus* während der Larvenentwicklung in Abhängigkeit von der Ernährung (Lichtthermostat, Gruppenzuchten zu je 20, Pappbecher).

FÜTTERUNG NUR MIT <i>L. decemlineata</i>	ZAH L ANGESETZTER $L_1$	PROZENTUALE MORTALITÄT DER EINZELNEN ZUCHTEN				DURCHSCHNITTliche MORTALITÄT ALLER ZUCHTEN
Eiern.....	80	5,3	12,5	15,0	16,7	12,4 %
Larven.....	80	27,8	29,4	31,6	31,6	30,1 %
Imagines .....	80	26,3	40,0	40,0	65,0	42,8 %
gefrorenen Larven	60	74,3	94,1			84,2 %

Wieder erwiesen sich die Eier des Kartoffelkäfers als die optimale Larvennahrung. Die im Versuch verfütterten Larven und Imagines wurden vorher so beschädigt, gequetscht bzw. bei Käfern auch noch entflügelt, dass nicht die schwierige Überwältigung der Beute mitspielte, sondern allein ihr Nahrungswert für die heranwachsenden Larven zur Geltung kam.

Praktisch ist eine Ernährung mit Kartoffelkäfer-Eiern nur in kleinen Zuchten durchführbar, da — wie oben erwähnt — der Verbrauch recht gross ist. Um die Verwendbarkeit des beschriebenen « Schieberkäfigs » zu prüfen, der den *Massenzuchten* diene, wurde auch bei diesem in 5 Versuchen an zusammen 1107  $L_1$  von *P. bioculatus* die *Sterblichkeit bis zum Erreichen des Imaginalstadiums* ermittelt. Sie betrug im Durchschnitt 16,3 % bei einer gemischten Ernährung mit Eiern, Larven und Käfern von *L. decemlineata*. Die Einzelwerte lagen zwischen 1,1 und 25,5 % Sterblichkeit, wobei diese umso grösser wurde, je mehr Imagines der Beutetiere gereicht worden waren. Die Zucht mit nur 1,1 % Ausfällen hatte nur Eier und Larven erhalten. Diese geringen Verluste zeigen zweierlei : Erstens ist der Schieberkäfig (Abb. 10) ein für die Massenzucht voll geeigneter Behälter, und zweitens liegt es nur an dem verfügbaren Vorrat an Eiern und Larven des Kartoffelkäfers, mit welchen Verlusten man bei Zuchten rechnen muss.



Die Bedingungen sind mit denen im Lichtthermostaten allerdings nicht streng vergleichbar, da im Gewächshaus, dem Standort des Schieberkäfigs, in der betreffenden Zeit tags eine etwas höhere Temperatur herrschte (Halbmonatsmittel bei 17-21 °C, Maxima aber bei 31-36 °C). Der durchschnittliche Nahrungsverbrauch betrug in diesem Versuch für jede der 926 herangewachsenen *P. bioculatus* 11,0 Eier, 1,5 Larven ( $L_4$ ) und 1,1 Imagines des Kartoffelkäfers.

*Versteckplätze* waren sicher der Hauptvorteil des Schieberkäfigs gegenüber den kleineren Behältern (vgl. S. 92). Die Mortalitätswerte bei gemischtem Futter betrugen, wie erwähnt, bei Schieberkäfigen im Mittel 16 %, während der entsprechende Wert bei Zuchten in kleinen Behältern (vgl. Tab. 4) bei etwa 30 % liegen mag (etwa entsprechend der Sterblichkeit bei reiner Larvenernährung). Störend wirkten in den engen Gefässen vor allem die oft unruhig herumkriechenden Beutetiere. Ob eine Steigerung des Besatzes mit Larven von *P. bioculatus* in den geräumigen Schieberkäfigen mehr Nachteile hatte als eine verstärkte Fütterung mit Imagines von *L. decemlineata*, ergab folgender Vergleich: Bei gleichem Anteil an Käfern an der Ernährung (durchschnittlich 1,1 bzw. 1,2 Käfer je Raubwanze) verursachte eine Steigerung des Besatzes in der Vergleichszucht von 144 auf 334 *P. bioculatus* nur eine Zunahme der Mortalität von 12,2 auf 18,0 %. Eine Vermehrung des Kartoffelkäferanteils im Futter von 0 auf 1,1 bzw. von 1,2 auf 2,1 liess die Sterblichkeit bei annähernd gleicher Besatzdichte (186/144 bzw. 334/380 Tiere je Käfig) von 1,1 auf 12,2 bzw. von 18,0 auf 25,5 % ansteigen. *Auf eine Verschlechterung der Nahrung reagierten die Raubwanzen also viel empfindlicher als auf eine Zunahme des Besatzes*, solange die Kapazität des Käfigs nicht überschritten war, die bei etwa 500 erwachsenen *P. bioculatus* liegen mag.

Schliesslich wurde durch die Grösse des Zuchtraumes auch die *Sterblichkeit der Imagines in der Reifeperiode* beeinflusst, die etwa 7 Tage andauert und an deren Ende die Weibchen mit der Eiablage beginnen. Bei gleicher Ernährung (Larven und Imagines von *L. decemlineata*) starben in einer Hygrostatenschale (Lichtthermostat) von 111 *P. bioculatus* ad. in der ersten Imaginalwoche 15,3 %, in einem Schieberkäfig von 243 gleichalten Jungwanzen in der gleichen Zeit nur 3,7 %.

#### 4.6 PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG EINER MASSENZUCHT.

Aus den in den vorhergehenden Abschnitten geschilderten Untersuchungen über Lebensweise, Ernährung und Sterblichkeit von *P. bioculatus* lässt sich folgende praktische Anweisung für eine Massenzucht ableiten: Die Vorbereitungen der Massenzucht beginnen, wie bei allen Entomophagen, mit der Einrichtung einer Zucht der Beutetiere, hier des Kartoffelkäfers. Da hierüber genügend Untersuchungen vorliegen, sei nur auf zwei Arbeiten verwiesen, die eine Durchzucht von *L. decemlineata* auch im Winter schildern (DE WILDE, 1957; SCHWARTZ, 1957). Die oben beschriebenen und abgebildeten Schieberkäfige (Abb. 6) sollen in einem tagsüber 25 °C oder wärmeren, nicht zu feuchten Raum stehen. Die in den



Käfig hineinragenden Kartoffeltriebe sind zu erneuern, wenn sie kahlgefressen sind. Die Fütterung erfolgt am besten alle 1-2 Tage mit Eiern und Larven des Kartoffelkäfers, wobei je Individuum von *P. bioculatus* für die Larvenentwicklung insgesamt etwa 10 Eier und 2  $L_4$  benötigt werden. Auch wenn man eine  $L_4$  durch eine Imago ersetzt, sind die Ausfälle noch gering. Grössere Kartoffelkäfer-Larven und -Imagines sind beim Vorhandensein jüngerer Wanzenstadien mit der Pinzette am Kopf bzw. am Rücken zu quetschen, um sie in ihrer Beweglichkeit zu behindern und die Flügeldecken der Käfer zu öffnen. Dadurch können sogar junge Wanzenlarven zur Not an Käfern saugen. Um Kannibalismus zu vermeiden, sollten möglichst nur gleichalte Eier eingesetzt werden, da dann die gefährdeten Häutungsperioden der Larven etwa gleichzeitig liegen. Ausserdem ist reichlich zu füttern. Die Reinigung des Bodens ist nur einmal im Monat erforderlich; eine Schicht mit Abfällen auf der Schaumgummilage des Bodens bietet den Junglarven offenbar sehr günstige Aufenthaltsorte. Seuchenhafte Erkrankungen sind bisher in Zuchten noch nie aufgetreten. Die beschriebenen Käfige eignen sich für die Aufzucht von 300-500 Wanzen. Bei Tagestemperaturen von etwa 25-30 °C erhält man eine Generation (Ei bis Imago) in rund 20 Tagen.

Folgende Beispiele zeigen die *Gesamtausbeute* je eines Schieberkäfigs, aus dem von Zeit zu Zeit Imagines entnommen wurden (Fütterung vorwiegend mit Kartoffelkäfer-Larven) : 1.) Eingesetzt am 25.5.1959 14 ♀♀ und 15 ♂♂; bis zum 26.9.1959 laufend 1311 Imagines entnommen. 2.) Eingesetzt am 27.6.1959 5 ♀♀ und 3 ♂♂; bis zum 26.9.1959 532 Imagines entnommen. Diese Zuchten, die wie alle unsere Verfahren als « Dauerkontakt » zwischen Räuber und Beute (FLANDERS, 1954) bezeichnet werden können, brachten also im ersten Fall in 123 Tagen eine 45-fache Vermehrung, im zweiten Fall in 91 Tagen eine 67-fache Vermehrung. Das ergäbe je Generation von rund 30 Tagen (einschl. Reifezeit) eine 10-20-fache Zunahme des Bestandes.

Dieser Wert ist allerdings nicht eindeutig zu sichern, da nicht genau am Ende jeder Generation alle Imagines bis auf die Ausgangszahl entnommen worden sind. Trotzdem ist die Zunahme für ein Massenzuchtverfahren durchaus befriedigend, da nach FLANDERS (1954) bei Entomophagen in Massenzuchten je Generation eine 3 - bis maximal 40 - fache Vermehrung erreicht zu werden pflegt. Die Ergiebigkeit der genannten *P. bioculatus*-Zuchten wäre noch grösser gewesen, wenn wir, wie oben angegeben, gleichalte Tiere in einem Behälter angesetzt hätten; allerdings erfordert dies mehr Arbeitsaufwand als die hier praktizierte Methode der Generationenmischung.

#### 4.7 ÜBERWINTERUNG.

Ein befriedigendes Verfahren zur Überwinterung von *P. bioculatus* in der Zucht ist noch nicht bekannt. Da in Amerika der aus der Überwinterung im Frühjahr an den austreibenden Kartoffelpflanzen erscheinende Bestand der Raubwanzen regelmässig sehr gering zu sein scheint (KNIGHT, 1923; FRANZ, 1957), ist der Winter offenbar eine kritische Periode für die Art, wenigstens in dem seit etwa 100 Jahren neu besiedelten Raum. Es mag sein, dass im eigentlichen Herkunftsgebiet des Räubers die Verhältnisse anders liegen. — Um einige Erfahrungen auf diesem Gebiet zu sammeln, wurden 3 verschiedene Versuche

angelegt : Freiland-Überwinterung, Labor-Überwinterung mit Fütterung, Labor-Überwinterung ohne Fütterung.

### *Freiland-Überwinterung.*

In dem auf S. 94 beschriebenen Freilandkäfig haben einige Imagines von *P. bioculatus* den Winter 1957-1958 und 1958-1959 überstanden. Als Verstecke dienten im ersten Jahr nur Steine und Laub. Im zweiten Jahr gaben wir Bretter mit Rindenstücken hinein, da die Wanzen sich in Ritzen der Balken versteckten und hochgelegene, trockene Plätze bevorzugten. Die Temperaturverhältnisse dieser beiden Winter zeigt das Diagramm, Abb. 11. Die Werte wichen in beiden Wintern wenig vom Durchschnitt ab. Die Winterkälte dürfte kein entscheidender Begrenzungsfaktor sein, denn die Art muss in den nördlichen Staaten der U.S.A. und im südlichen Kanada sehr viel tiefere Temperaturen regelmässig überstehen können (vgl. Bioklimatogramm von Belleville, Ont., in FRANZ, 1957). Von den 10 am 7. Oktober 1957 vorhandenen Imagines lebten am 3. Mai 1958 noch 2 Tiere (20 %), von denen bis zum 23.5. nur noch 1 ♀ übrig blieb. 4 weitere Tiere, die in einem mit Laub gefüllten Drahtzylinder am Boden überwintern sollten, starben alle bis zum Mai.

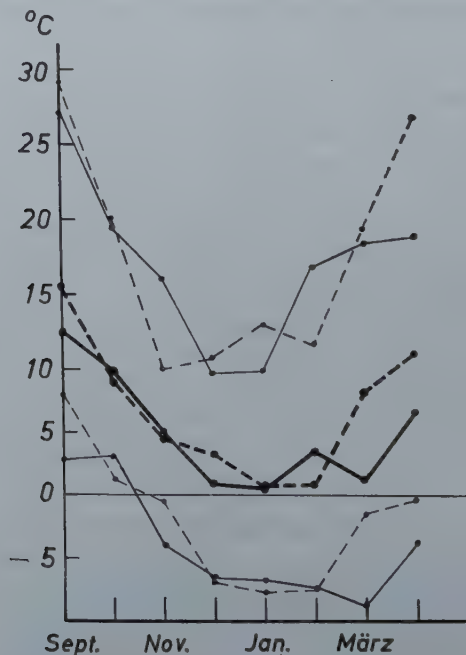


ABB. 11. — Temperaturverlauf der Winter 1957-1958 (ausgezogene Linie) und 1958-1959 (gestrichelte Linie), Darmstadt.

Monatsmittel = dicker Strich; Extremwerte = dünner Strich.

(nach d. Monatl. Witterungsbericht

d. Deutschen Wetterdienstes, Offenbach)

Die Aktivität dieser Freilandüberwinterer lebte an warmen Tagen stets wieder auf. Am 15., 16. und 18. Oktober waren noch je 7 Imagines zu sehen, die z.T. angebotene Kartoffelkäfer-Larven aussaugten. Bis Mitte November waren ziemlich regelmässig noch einige in warmen Tagesstunden (Maximum bei 16 °C) unterwegs. Die letzten zwei waren am 29.11. noch zu sehen, und schon am 10.2.1958, einem besonders warmen Tag mit 13 °C Lufttemperatur, kam wieder die erste aus einem Balkenversteck, um sich zu sonnen. Von Februar bis Mai erschienen dann immer 1-2 Tiere, offenbar die, welche bis zum 3.5. überlebt hatten. Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass die Winterruhe, wenn überhaupt, dann nur kurzfristig als obligatorische Ruhezeit ohne Bewegung aufzufassen ist.

Die zweite Freiland-Überwinterung verlief günstiger. Etwa 15-20 Imagines lebten im September 1958 im Käfig, doch war die genaue Zahl nicht zu ermitteln, da dort seit Juli eine Zucht lief, die Anfang August durch eingesetzte Larven verstärkt worden war und immer einige Tiere sich versteckt hielten. Anfang April 1959 wurden 7 Imagines beobachtet und in die weitere Zucht im Gewächshaus umgesetzt. Etwa ein Drittel bis die Hälfte der im Herbst vorhandenen Tiere hatte also überlebt. Auch in diesem Spätherbst waren einzelne Tiere immer wieder aktiv, zuletzt noch eines am 29.12.1958. Die erste Kopula war bereits am 24.3.1959 zu beobachten.

Somit besteht einige Hoffnung, dass im Falle einer gelungenen Einbürgerung in Europa die Räuber früh genug im Frühling aus dem Winterversteck erscheinen. Temperaturen über etwa 15 °C, wie sie auch bei etwas niedriger Lufttemperatur durch Strahlungswirkung an sonnigen Tagen vorkamen (z.B. Februar und Dezember 1958), lockten in den Wintern beider Jahre immer wieder einige Tiere der überwinternden Population aus dem Versteck.

#### Laborüberwinterung mit Fütterung.

Um zu prüfen, ob bei gleichmässig warmer Temperatur die Zucht von *P. bioculatus*, wie KNIGHT (1923) vermutet, auch den Winter über fortgesetzt werden kann, wurden verschiedene Versuche angesetzt, deren Ergebnisse die Tab. 5 zusammenfasst.

TABELLE 5 : Sterblichkeit von *P. bioculatus* ad. unter verschiedenen Überwinterungsbedingungen bei dauerndem Nahrungsangebot.

TEMPERATUR	REL. LUFT- FEUCHTIGK. in %	TÄGL. LICHT- DAUER in Std.	LICHTART	AUSGANGS- ZAHL <i>P. biocu- latus</i>	PROZEN- TUALE STERBLICH- KEIT 27.8.58- 26.2.59
23 °C	90	24	je 3 Leuchtstoffröhren OSRAM	8	92,9
23 °C	50-55	24	HNI und HNT 40 in 30 cm Abstand (Lichtthermostat)	12	91,7
18-25 °C	75-90	12	Tageslicht, verlängert durch Rotlicht	20	70,0
25 °C	75	nur wenige Stunden täglich schwaches Däm- merlicht (Brückenthermostat) im Keller		13	69,2
25 °C	50-55			10	50,0
15 °C	75			12	58,3
15 °C	50-55			10	90,0

Das wesentliche Ergebnis der Versuche ist die Beobachtung, dass unter keiner der erprobten Bedingungen die Wanzen weiter Eier legten. Es mag sein, dass der Versuch zu spät einsetzte, um eine Diapause zu verhindern, die durch Kürzerwerden der Tage ab Ende Juni vielleicht schon determiniert war. Auf jeden Fall lag, wie schon erwähnt, eine echte Ruhezeit vor, in der trotz Versorgung aller 2-4 Tage mit Larven oder entflügelter Käfern von *L. decemlineata* nur wenig, von November bis Februar praktisch gar nicht gefressen wurde. Nicht ganz verständlich sind die starken Sterblichkeitsunterschiede. Auch die Verteilung der Mortalität auf die einzelnen Monate liefert dazu keine verwertbaren Gesichtspunkte. Weder Dauerlicht noch hohe Feuchtigkeit scheinen günstig für das Überleben der Tiere im Zustand der Winterruhe zu sein, die man — da es sich um keine absolute Ruhe handelt — vielleicht besser als *Winter-Lethargie* bezeichnet. Schon KNIGHT (1923) hatte gezeigt, wie bei im Kühlraum überwinterten Tieren in dieser Zeit die Widerstandsfähigkeit gegen Unterkühlung vergrößert ist, im April aber bereits deutlich nachlässt. Weitere Versuche werden zu klären haben, ob sich unter anderen Bedingungen diese physiologische Umstellung des Tieres auf eine Ruheperiode vermeiden lässt, was für die Durchführung von Massenzuchten auch im Winter gewiss günstig wäre.

#### *Laborüberwinterung ohne Fütterung.*

Bei Gruppen von *P. bioculatus*, die KNIGHT (1923) Anfang Oktober langsam auf 6 bis 0 °C herunterkühlte und so bis Mai hielt, lag die Sterblichkeit zwischen 41 und 99 %. Offenbar überstanden solche Tiere, die im September schon nicht mehr gefüttert worden waren, die Überwinterung besser als die, welche bis zuletzt fressen konnten.

Umfangreiche eigene Versuche hierzu laufen erst seit Mitte Juli 1959. Bis Ende September waren in den jeweils mit 200 Imagines von *P. bioculatus* beschickten Einzelversuchen folgende Verluste eingetreten : Bei etwa 2,5 °C 60 %; bei etwa 5 °C 56 %; bei etwa 10 °C 63 %; bei etwa 15 °C 30 %.

(Zusatz bei der Korrektur : Verluste bis Ende Februar 1960, also in 7 Monaten, bei den kühl gehaltenen Zuchten 90-100 %, nur bei 15 °C : 61 %).

Trotz langsamer Abkühlung starben also in 10 Wochen bei Aufbewahrung in Temperaturen von 10 °C und darunter über die Hälfte der Tiere ab, während bei 15 °C die Verluste niedriger waren. Entsprechende Versuche mit im September gesammelten, also herbstlich gestimmten Tieren sind angesetzt, um zu klären, ob eine solche Umstimmung zum Ertragen der Winterkälte erforderlich ist. Wichtig für die hier interessierenden praktischen Belange ist die Feststellung, dass *P. bioculatus* Perioden kühler Sommerwitterung wahrscheinlich ohne grosse Verluste zu überstehen vermag, auch wenn er dabei keine Nahrung aufnimmt.



5. Die praktische Verwendung von *P. bioculatus*.

Warum die in den dreissiger Jahren unternommenen Ansiedlungsversuche von *P. bioculatus* in Frankreich misslingen, ist den Publikationen nicht zu entnehmen. Der heute gemeinsam mit anderen europäischen Ländern erneut unternommene Versuch, diesen Räuber des Kartoffelkäfers anzusiedeln, sieht vor, möglichst grosse Kolonien an möglichst vielen klimatisch und landschaftlich verschiedenen Punkten anzusiedeln, damit irgendwo in Europa die Art heimisch wird. Von dieser Population sollen später andere Länder, die ebenfalls diese Art verwenden wollen, mit Tieren versorgt werden.

In einer späteren Arbeit wird über die Ansiedlungsversuche in Europa berichtet werden. Hier sei lediglich eine Voruntersuchung bekannt gegeben, die nach der Freilassung dazu beitragen soll, die Stammpopulation zu erhalten, auch wenn die Bekämpfung des Kartoffelkäfers (wie zuerst zu erwarten) weitergehen muss und wenn die Spritzungen gegen *Phytophthora infestans* fortgeführt werden.

5.1 DIE WIRKUNG VON PFLANZENSCHUTZMITTELN AUF *P. bioculatus*.

Die Versuche mit dem in der folgenden Tab. 6 angegebenen Insektiziden und Fungiziden wurden im August 1959 bei warmem, trockenem Wetter mit je 20 *P. bioculatus* ad. (10 ♂, 10 ♀) angesetzt; diese waren über einige Kartoffelstauden in einem 1 × 1 × 1 m messenden, mit Maschendraht bespannten Holzkäfig eingezwängt. Futter in Form von Kartoffelkäfer-Larven war reichlich vorhanden und wurde bei dem Kalkarsen-Versuch, bei dem diese abstarben, laufend auf 10 Larven ergänzt, damit die Raubwanzen nicht wegen Nahrungsmangels eingingen. Die Versuche waren durch einen Plastikbelag auf der Oberseite der Käfige vor Regenwirkung geschützt. Die mit einem Handspritzgerät ausgebrachte Wassermenge war stets 0,5 l auf 6 qm (Boden und Käfigwände); die Konzentration der Mittel entsprach der oberen Grenze der amtlich empfohlenen. Die Versuche wurden 14 Tage lang täglich kontrolliert (\*).

TABELLE 6 : Wirkung verschiedener Insektizide und Fungizide auf *P. bioculatus* ad.

MITTEL UND KONZENTRATION	PROZENTSATZ TOTER INDIVIDUEN NACH 14 TAGEN
Kontrolle .....	0
Kontrolle .....	5
Insektizide :	
Thiodan 0,2 %ig .....	100
Sevin (*) 0,15 %ig .....	100
Sevin (*) 0,5 %ig .....	100
Kalkarsen 1 %ig (Bayer 25 % As) .....	20
Fungizide :	
Cupravit (Ob 21) (Bayer) 6 kg/ha .....	20
Dithane (Spiess-Urania) 1,8 kg/ha .....	5
Collavin (Albert) 6 kg/ha .....	10
Maneb Spritzpulver (Bayer) 1,8 kg/ha .....	5
Cuprozin (Spiess) 6 kg/ha .....	45
Brestan (Hoechst) 1,8 kg/ha .....	90

(\*) Für die Beratung und die Überlassung zahlreicher Muster von Pflanzenschutzmitteln danken wir dem Pflanzenschutzamt Frankfurt, für eine Probe des neuen Präparates „Sevin“ (U.C.C.) der Fa.E.Merck, Darmstadt.

Das Ergebnis dieser Versuche mit Pflanzenschutzmitteln ist somit folgendes : Von den geprüften *Insektiziden* verschonte nur das Frassgift Kalkarsen 80 % der *P. bioculatus*-Population. Dies stimmt mit Angaben von McDANIEL (1924) und eigenen Beobachtungen von FRANZ in Kanada überein, wo nach Behandlung von Feldern mit Kalkarsen noch lebende *P. bioculatus* an den überlebenden Kartoffelkäfer-Larven anzutreffen waren. Von den geprüften *Fungiziden* erwiesen sich die Thiocarbamate Dithane und Maneb als besonders unschädlich (je 5 % Mortalität); auch das Kupferoxydul-Mittel Collavin (Rotkupfer) verursachte nur geringe Verluste (10 %). Es ist also durchaus möglich, die notwendigen *Phytophthora*-Spritzungen durchzuführen, ohne den Prädatoren-Bestand zu schädigen. Bei den Insektiziden fehlt noch ein schon lange gefordertes (KLEIN, 1953), toxisch unbedenkliches Spezialmittel gegen den Kartoffelkäfer. Vielleicht lässt sich die chemische Industrie durch die neuerdings auch bei uns vorgekommenen Fälle erhöhter Toleranz dieses Schädlings gegen seit 13 Jahren verwendete, breitenwirksame Mittel anregen, das Problem einer spezifischeren Kartoffelkäfer-Bekämpfung erneut anzugreifen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Pentatomide *Perillus bioculatus* (FABR.), ein natürlicher Feind von *Leptinotarsa decemlineata* (SAY) in Nordamerika, wurde 1956 bis 1958 aus Kanada (Belleville) nach Deutschland (Darmstadt) geschickt und hier für eine spätere Verwendung zur biologischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers aufgezogen. Nach einer Schilderung der Lebensweise der einzelnen Entwicklungsstadien wird die Methode beschrieben, die sich beim Import der Wanzen Eier aus Amerika und bei deren Versand nach Polen und Ungarn 1959 bewährt hat.

Die bei der Durchführung von Gruppenzuchten und Massenzuchten erprobten Käfigtypen und Verfahren werden geschildert. — Als mittlerer Nahrungsverbrauch eines Individuums während der Entwicklung zur Imago wurden entweder 285 Kartoffelkäfer-Eier oder 3,7  $L_4$  oder 5,1 Käfer dieser Art ermittelt. Das letzte (5.) Larvenstadium verbraucht dabei 69 % der angegebenen Menge (Abb. 10). Für Erstlarven ist Saugen an Pflanzenstengeln lebenswichtig. Imagines nach der Überwinterung verbrauchten meist 0,7-0,8 Kartoffelkäfer oder 0,5  $L_4$  am Tag. Ohne grosse Verluste können die Wanzen im Sommer 1-2 Monate hungern; gelegentlich tun sie das sogar spontan.

Das Geschlechterverhältnis der Imagines betrug 1 : 1. Die durchschnittliche Eizahl eines begatteten Weibchens wurde bei Ernährung mit Eiern oder Larven von *L. decemlineata* mit 95-98 im Monat und mit schätzungsweise 100-120 im ganzen Leben ermittelt. Unbegattete oder nur mit Käfern ernährte Weibchen legten viel weniger Eier.

Die Larvenentwicklung wird durch ungünstige Ernährung verlangsamt. Die Mortalität in den Zuchten war niedrig, wenn eine günstige Temperatur (tags über 25 °C), eine hochwertige Ernährung (Eier und Larven des Kartoffelkäfers) und reichlich Versteckplätze in den Käfigen zur Verfügung standen. Die praktische Durchführung einer Massenzucht wird geschildert, deren Ausbeute in 123 bzw. 91 Tagen das 45- bzw. 67 fache des Ausgangsbestandes war.

Die Überwinterung von *P. bioculatus* ist unter allen bisher bekannten Bedingungen sehr verlustreich. Im Freiland konnte die Art bisher zweimal in Darmstadt überwintern. Obwohl warme Tage sie aus den Verstecken locken,

gelang es in zahlreichen Versuchen bei hoher Temperatur und ständigem Futterangebot nicht, die Wanzen den Winter über sich fortpflanzen zu lassen; auch die Nahrung wurde monatelang nahezu ganz verweigert. Die Tiere sind im Winter nicht erstarrt, sondern nur lethargisch. — Als Vorbereitung für eine Freilassung der Raubwanze durchgeführte Versuche mit Pflanzenschutz-Mitteln, die auf Kartoffelfeldern weiterhin notwendig sein werden, wurde die verschiedenartige Empfindlichkeit von *P. bioculatus* gegenüber einigen Insektiziden und Fungiziden bestimmt (Tab. 6). Besonders schonend waren Kalkarsen und die Phytophthora-Mittel Dithane, Maneb und Kupferoxydul.

### SUMMARY

The pentatomid *Perillus bioculatus* (FABR.), a predator of *Leptinotarsa decemlineata* (SAY) in North America, was sent to Germany (Darmstadt) from Canada (Belleville) in 1956-1958 and reared there for later use in biological control against the Colorado potato beetle. After outlining the life history of the different instars a method of shipment is described which was successfully employed in transferring the eggs from America and to Hungary and Poland.

Cages and methods used in group- and in mass-rearings are depicted. — The average food intake of one individual of *P. bioculatus* during its development from the egg to the adult stage was either 285 eggs or 3,7 fourth instar larvae ( $L_4$ ) or 5,1 adults of *L. decemlineata*. The last larval instar ( $L_5$ ) consumed approx. 69 % of it (Fig. 10). For first instar larvae sucking on plants is obligatory. Adults after hibernation use mostly 0,7-0,8 adult potato beetle or 0,5  $L_4$  of the prey per day. The predator is able to starve without great losses 1-2 months during summer time; occasionally, this is done spontaneously.

The sexual index of adult *P. bioculatus* was 1 : 1. The average egg number per mated female was 95-98 per month when fed with eggs or larvae of *L. decemlineata* amounting to approx. 100-120 eggs during lifetime. Unmated females or such fed with beetles only produced much less eggs.

Larval development is retarded through unfavourable nourishment. Mortality in the rearings was low when favourable temperature (day-time above 25 °C), good food (eggs and larvae of *L. decemlineata*) and enough hiding places were available. A practical mass rearing method is described which yielded in 123 or 91 days an 45 - or 67 - fold increase respectively of the start population.

Hibernation of *P. bioculatus* results under all conditions so far studied in high mortality. The species hibernated successfully twice in Darmstadt. Although warm temperatures activate them in the field it was not possible to obtain permanent reproduction and food intake in the laboratory at high temperatures and long day conditions (after end of August). The bugs are not motionless but only lethargic during winter. — In field experiments using pesticides which remain to be necessary on potato fields the differential susceptibility of *P. bioculatus* was tested (Tab. 6). Most selective properties were shown by the stomach insecticide calcium arsenate and the fungicides Dithane, Maneb and cuprous oxide.

### LITERATUR

- BRIAND, L. J. — 1936. Shipping of potato beetle parasites and predators to France with notes on the species involved. — *Ann. Rep. Ent. Soc. Ont.*, **66**, 31-34 (1935).  
 BRUNETEAU, J. — 1937. Recherches sur les ennemis naturels du Doryphore en Amérique. — *Ann. Epiphyt. Phytogén.*, **3**, 114-135, 1937.  
 COUTURIER, A. — 1938. Les asopides et le doryphore. — *Rev. Zool. agric. et appl.*, nov.-déc., 8 pp.



- FEYTAUD, J. — 1938. Recherches sur le doryphore. IV. — L'acclimatation d'insectes entomophages américains ennemis du *Leptinotarsa decemlineata* SAY. — *Ann. Epiphyt. Phytogén.*, **4**, 27-93.
- FLANDERS, S. E. — 1954. Fecundity of entomophagous insects under mass culture, an effect of environmental resistance. — *Ecology*, **35**, 245-249.
- FRANZ, J. — 1957. Beobachtungen über die natürliche Sterblichkeit des Kartoffelkäfers *Leptinotarsa decemlineata* (say) in Kanada. — *Entomophaga*, **2**, 197-212.
- KLEIN-KRAUTHHEIM, F. — 1953. Zur Ökologie des Kartoffelkäfers, seine natürlichen Feinde und ihre Schädigung durch moderne Insektizide. — *Mitt. Biol. Bundesanst.*, Berlin-Dahlem, (75), 37-41.
- KNIGHT, H. H. — 1923. Studies on the life history and biology of *Perillus bioculatus* FABRICIUS, including observations on the nature of the color pattern (*Heteroptera*, *Pentatomidae*). — 19. *Rept. Sta. Ent.*, Minnesota, 50-96.
- LANDIS, B. J. — 1937. Insect hosts and nymphal development of *Podisus maculiventris* SAY and *Perillus bioculatus* F. (*Hemiptera*, *Pentatomidae*). — *Ohio J. Sci.*, **37**, 252-259.
- MCDANIEL, E. I. — 1924. The potato-beetle destroyer *Perillus claudus*. — *Quart. Bull. Mich. agr. Exp. Sta.*, **6**, 185-186.
- SCHWARTZ, E. — 1957. Eine Methode zur Winteraufzucht von Kartoffelkäfern (*Leptinotarsa decemlineata* SAY). — *Nachr. bl. dtsh. Pfl. schutzd.*, Berlin, **11**, 11-17.
- TOWER, W. L. — 1900. On the origin and distribution of *Leptinotarsa decemlineata* SAY, and the part that some of the climatic factors have played in its dissemination. — *Proc. Amer. Ass. Adv. Sci.*, **49**.
- TROUVELOT, B. — 1932. Recherches sur les parasites et prédateurs attaquant le doryphore en Amérique du Nord. — *Ann. Epiphyt.*, **17**, 408-445.
- DE WILDE, J. — 1957. Breeding the Colorado beetle under controlled conditions. — *Ztschr. Pfl. krankh.*, **64**, 589-593.

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt).



INSECT PARASITES OF THE WINTER MOTH,  
*OPEROPHTERA BRUMATA* (L.)  
(*LEPIDOPTERA* : *GEOMETRIDAE*) IN WESTERN EUROPE

By

H. G. WYLIE

---

Introduction.

The winter moth, *Operophtera brumata* (L.), an economically important defoliator of fruit and deciduous forest trees in most of western Europe, was introduced into Nova Scotia, Canada a number of years ago and was first discovered there in 1949. Because native insect parasites were not preventing heavy defoliation in Canada each year, the advisability of establishing European parasites was investigated. Only limited information on these was found in the literature; therefore, large numbers of winter moth were reared in Europe and Canada from larvae and, to a lesser extent, eggs and pupae collected in Europe from 1952 to the end of 1956. These rearings provided much new information on the natural control of *O. brumata* in Europe, as well as colonies of several parasite species that were later liberated in Nova Scotia. A list of all known winter moth parasites in Europe, both of species recorded in the present study and compiled from the literature, and information on the life-history and distribution of the former, is given in the present paper.

Mr. J. H. McLEOD and Dr H. E. WELCH, Entomology Laboratory, Belleville, Ontario, were actively associated with this project: the former directed all investigations in Europe in 1956 and the latter was similarly engaged in 1954 and collaborated with the author in Europe in 1955. The author wishes to thank both officers for permission to include results of their respective studies in the present publication, and for helpful suggestions in the preparation of the latter. Dr. K. LEIUS, Entomology Laboratory, Belleville, kindly prepared the German Summary. Dr. H. C. COPPEL arranged for collections at Kiel and Versailles in 1952. Dr. W. KOLLMER, now of the Fisheries Laboratory, Walvis Bay, South-west Africa, was responsible for much of the collection, rearing, and shipments from Germany in 1955 and 1956.

The investigations in Europe were greatly facilitated by the co-operation of numerous European scientists and research organizations who assisted in locating infestations, arranged for permission to collect, helped with collecting, and provided laboratory space for rearings. The assistance of Dr. J. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Germany, was especially valuable; thanks are also due to: Dr. W. HOLZ, Pflanzenschutzamt, Oldenburg, Germany; Dr. W. SPEYER, Kiel, Germany; Dr. A. SOENEN, Centre de Recherches de Gorsem, St. Trond, Belgium; Dr. H. J. de FLUITER, Institut voor Plantenziektenkundige Onderzoek, Wageningen, Holland; Mr. G. VAN ROSSEM, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Holland; Professor G. C. VARLEY, Hope Department of Entomology, Oxford University, England; Dr. P. GRISON and Mr. E. BILIOTTI, Laboratoire de Biocenotique et de Lutte Biologique, La Minière, par Versailles, France; Mr. S. JOHANSSON and Mr. P. ARDÖ, Zoological Institute, Lund, Sweden; and Dr. L. P. MESNIL, Commonwealth Institute of Biological Control, Feldmeilen, Switzerland.

Grateful acknowledgment for determinations of insect species is made to Dr. F. I. VAN EMDEN and Mr. G. F. KERRICH, Commonwealth Institute of Entomology, London, England, Mr. J. F. PERKINS, Mr. R. L. COE, and Mr. D. E. KIMMINS, British Museum (Natural History), London, England, and Dr. O. PECK, Mr. G. S. WALLEY, Dr. W. R. M. MASON, Mr. C. D. MILLER, Mr. G. E. SHEWELL, Mr. J. G. CHILLCOTT, Mr. J. F. McALPINE, Dr. J. R. VOCKEROTH, Dr. E. C. MUNROE, and Mr. W. J. BROWN, Entomology Division, Ottawa. Mr. R. B. BAIRD, Entomology Laboratory, Belleville, Ontario, identified the fungus *Entomophthora muscae* (F.) FRES.

### Materials and Methods

Winter moths were collected in various localities in western Europe (fig. 1) to see whether there were important local differences in the composition and incidence of the parasite fauna. Collections were made both from localities where the moth was scarce and from where it caused complete defoliation. Eggs were collected only at Oldenburg and reared there and at Darmstadt. Larvae were collected mostly as fourth and fifth instars in all localities except Kranichstein and Visingso, from fruit or deciduous forest trees. The caterpillars were beaten from the foliage, collected by hand, or trapped after they had matured and dropped to the ground. They were dissected or reared until they pupated. Pupae were collected from the soil beneath oaks at Kranichstein and Kullaberg. These pupae, as well as all host pupae and immature parasites reared in Europe, were either dissected or shipped by air to Belleville. They were shipped in clean, slightly moistened sawdust in sealed tins packed in sealed cardboard or wooden boxes; between alternate layers of corrugated cardboard and cellulose padding in sealed wooden boxes; or in closed plastic bags that were enclosed in sealed wooden or cardboard boxes. Adult parasites were shipped in wooden boxes of the type described by Delucchi (1958).

The total number of hosts and parasites shipped to Belleville during the study was 182,414; the yearly totals were: 1952, 981; 1953, 943; 1954, 7,578; 1955, 50,879; 1956, 122,033. The numbers from each locality, with the years



FIG. 1. — Winter moth collection and study localities in western Europe.

of collection indicated in brackets, were as follows: Assen 27 (1955); Bingen 9 (1954), 200 (1955); Braunsfels 407 (1954); Bruchsal 713 (1955); Dannenfels 184 (1954); Durbach 20 (1954); Frankfurt 17,517 (1955), 12,650 (1956); Hasselt 4,912 (1955); Heidelberg 1,030 (1955), 480 (1956); Herznach 333 (1953); Holten 137 (1955); Kiel 31 (1952); Kullaberg 10,538 (1956); Luscherz 3,200 (1954); Mingolsheim 2,283 (1955); Oberflockenbach 1,382 (1954); Oberkirch 460 (1956); Oland 10,111 (1956); Oldenburg 8,164 (1955), 10,594 (1956); Oostmalle 3,940 (1955); Reuver 562 (1955); Schorndorf 1,746 (1954); Simpelveld 184 (1955); Versailles 263 (1952), 610 (1953), 7,463 (1955), 75,600 (1956); Vianen 694 (1955); Visingso 1,600 (1956); Wytham 687 (1952), 3,053 (1955); Zunsweier 630 (1954).

Most of the shipments were received at Belleville during June or early July. In nature the moths emerge late in the autumn, and the parasites emerge either in the summer or in the following spring; therefore, the material was held in quarantine for almost a year in conditions that resembled as closely as possible conditions encountered in nature, to obtain emergence of all species of contained parasites. When received at Belleville hosts and parasites were placed in slightly-damp, sterilized sand or vermiculite at 15-18 °C. and maintained in this condition until mid-October. The temperature was then reduced to 6.5 °C. and moths emerged from late October until early January. All host cocoons that contained immature parasites, and all naked, immature parasites were stored at either 2 °C. or -4.5 °C. from mid-January until approximately May 10; if held at 6.5 °C. during this interval many parasites would have emerged in mid-April and died before effective liberation in Nova Scotia. The environmental temperature was raised to 6.5 °C. for about a week on about May 10, then to 18 °C. for parasite emergence. Cocoons were kept damp by adding water to the vermiculite, as otherwise a large proportion of the parasite adults died just before emerging.

### Egg Parasites.

Research on species that attack winter moth eggs was made only during the winter of 1954-1955 at Oldenburg and Darmstadt, Germany. Branches approximately 30 centimetres long on which winter moth eggs had recently been laid were cut from the tops of apple trees near Oldenburg in early December. Some branches were brought into the laboratory, and larvae hatched from 97.1 per cent of the 933 eggs on them; the remainder of the eggs were infertile or were damaged in handling. The other branches were hung in apple trees in orchards adjacent to oak forests at both Oldenburg and Darmstadt. A proportion of the branches in each locality was brought into the laboratory on December 31, February 28, March 31, and April 30, and the eggs removed, counted, and reared to determine the presence and time of parasitism in both localities. Larvae hatched from 85.7 per cent of the 468 eggs tested at Darmstadt and from 83.9 per cent of the 3,114 eggs at Oldenburg. As no parasites emerged, it was concluded that egg parasitism in the infested apple orchards at Oldenburg and Darmstadt was negligible.

The only egg parasite of winter moth recorded in the literature is *Telenomus nitidulus* THOMS. (*Hymenoptera: Scelionidae*) (SCHREINER, 1916). MOKRZECKI and BRAGINA (1916) experimentally bred *Trichogramma semblidis* (AUR.), and HASE (1925), who synonymized *T. semblidis* and *T. evanescens* WESTW., listed the latter species as a winter moth parasite on the basis of their studies. This is, of course,



no indication that *T. evanescens* naturally attacks *O. brumata*; in fact, *T. evanescens* and *T. semblidis* are now considered distinct (MUESEBECK, KROMBEIN, and TOWNES, 1951).

### Larval Parasites.

Records from the present investigation and from the literature of species that attack winter moth larvae are arranged alphabetically below. The European range of each species recorded in the present study is indicated partially by positive records but its absence from any locality is not necessarily indicated by negative records because small numbers of winter moth from many localities were reared and because some collections were of host instars that are usually not attacked by certain parasite species.

### *Hymenoptera: Braconidae*

*Apanteles albipennis* (NEES). — Listed as a winter moth parasite by THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) on the basis of studies by earlier investigators.

*Apanteles ater* (RATZ.). — Listed as a winter moth parasite by THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) on the basis of studies by earlier investigators. However, WILKINSON (1945) doubted that *A. ater* parasitizes winter moth because, though the original description was of specimens reared from a host on apple believed to be *O. brumata*, the parasite has since been reared from various species, not including winter moth, that also infest apple trees.

*Apanteles carbonarius* (WESM.). — Listed as a winter moth parasite by THIEM (1922), WILKINSON (1940b), and SILVESTRI (1941), on the basis of studies made by earlier investigators.

*Apanteles difficilis* (NEES). — WAGNER (1929) recorded this species as a winter moth parasite in northern Germany.

*Apanteles fulvipes* (HAL.). — Listed as a winter moth parasite by SILVESTRI (1941) on the basis of rearings made by earlier investigators. The species is now known as *A. liparidis* (BOUCHÉ) (WILKINSON, 1945).

*Apanteles immunis* (HAL.). — MARSHALL (1888), THIEM (1922), and SILVESTRI (1941) recorded this species as a winter moth parasite on the basis of work by earlier investigators.

*Apanteles jucundus* MARSH. — This braconid was reared during the present study from winter moth larvae collected on fruit and orchard trees at Dannenfels, Durbach, Frankfurt, Heidelberg, Mingolsheim,

and Oberflockenbach. This is its first record as a parasite of *O. brumata*. It occurs in Britain (MARSHALL, 1888) and probably in other western European countries. The larva is a solitary endoparasite that, when mature, spins a yellow cocoon on the leaf or branch. The adult emerges about two weeks later. Presumably the adult attacks other species in summer. Adults of an undetermined *Mesochorus* sp. and of *Haplaspis nanus* (GRAV.) (*Hymenoptera: Ichneumonidae*) were reared from cocoons of *A. jucundus* that had been reared in captivity from field-collected winter moth larvae; therefore, the adults of both hyperparasite species must have oviposited in or on developing larvae of *O. brumata*. Females of *H. nanus* may also attack cocoons of *A. jucundus*, because they parasitize cocoons of *A. rubecula* MARSH. in England (RICHARDS, 1940).

*Apanteles juniperatae* (BOUCHÉ). — MARSHALL (1888) and THIEM (1922) on the basis of studies by earlier investigators, and DELUCCHI (1953) recorded this species as a winter moth parasite.

*Apanteles praepotens* (HAL.). — WILKINSON (1940a) recorded this species as a parasite of winter moth in Britain and Germany.

*Apanteles sessilis* (ILL.). — Listed by BOURDIN (1922) and SILVESTRI (1941) as a winter moth parasite, on the basis of earlier studies by other investigators.

*Apanteles* sp. — One female was reared from a winter moth larva collected at Kiel.

*Meteorus abscissus* THOMS. — SILVESTRI (1941) listed this species on the basis of studies by earlier investigators.

*Meteorus ictericus* (NEES). — Reared by REICHERT (1933) from winter moth in Germany. MARSHALL (1891), THIEM (1922), and SILVESTRI (1941) also list it on the basis of earlier studies by other investigators.

*Meteorus lionotus* THOMS. — Reared by HADERSOLD (1938) from winter moth in northern Germany.

*Meteorus pallidus* (NEES). — Reared by FEYTAUD (1928) in south-western France. MARSHALL (1891), THIEM (1922), and SILVESTRI (1941) list it on the basis of investigations by earlier workers.

*Meteorus pulchricornis* (WESM.). — Reared by HADERSOLD (1938) in northern Germany. MARSHALL (1891), MORLEY (1914), and THIEM (1922) also list it on the basis of studies by earlier investigators.

*Meteorus scutellator* (NEES). — Reared by HADERSOLD (1938) in northern Germany.

*Meteorus versicolor* (WESM.). — Reared by HADERSOLD (1938) in northern Germany.

*Meteorus* sp. — One male was reared in the present study from a winter moth larva collected at Kiel.

***Rogas testaceus*** (SPIN.). — Reared from winter moth collected on hazel at Oland. Though recorded previously from this species only in England (VARLEY and GRADWELL, 1958), it is widely distributed in Europe and Asia and may, therefore, be an incidental parasite of *O. brumata* over a large area. One parasite larva pupated inside the empty fifth-instar host, and the parasite adult emerged through a hole that it made on the ventral side of the caterpillar near its posterior end. Details of the parasite's life-history in India were published by MUZZAFER AHMAD (1944). One female of *Astiphromma strenuum* (HOLMG.) (*Hymenoptera: Ichneumonidae*) was reared in July from a pupa of *R. testaceus* from Oland.

### *Hymenoptera: Ichneumonidae*

***Agrypon flaveolatum*** (GRAV.). — Recorded as a parasite of *O. brumata* by MORLEY (1914) and HADERSOLD (1938); the latter author referred to it as *A. septentrionale* (HOLMG.), which was synonymized with *A. flaveolatum* by KLOET and HINCKS (1945). It was recorded in the present study in all collections from Sweden, France, Belgium and England, at Bingen, Frankfurt, Mingolsheim, Oberflockenbach, Oldenburg, and Schorndorf in Germany, and at Holten and Simpelveld in Holland. It also occurs in northern Switzerland (WIESMANN, 1944).

There is one generation each year. Adults emerge in spring and oviposit in winter moth larvae on the foliage. The latter pupate and the parasite larvae mature in autumn and pupate within transparent cocoons inside the empty winter moth pupae. Only one parasite matures in each host. Winter moth larvae are attacked on both orchard and forest trees.

***Apechthis rufata*** (GMEL.). — One male emerged from a winter moth cocoon collected several weeks earlier as a larva on cherry at Zunsweier. This is the first record of parasitism of this host by this ichneumonid.

***Aptesis abominator*** (GRAV.). — Mr. J. F. PERKINS, who identified specimens of this species, believes it to be the same as *Microcryptus brumatae*, which was first described by SILVESTRI (1941) from specimens reared from winter moth collected in southern Italy. Therefore the name *brumatae*, which was also used by ARDÖ (1956) for specimens reared from *O. brumata* at Kullaberg, is a synonym of *abominator*.

There is one generation each year; adults emerged in the spring of 1957 from winter moth cocoons collected in June, 1956, in the ground at Kullaberg and from cocoons reared from larvae collected

in May, 1956, at Versailles and exposed in the collection locality for several days after cocoons had formed. Dissections showed that the hosts were killed as mature larvae soon after cocoon formation. No adults of *A. abdominalis* emerged from winter moth cocoons reared from larvae and not exposed to subsequent parasitism; therefore, the parasite adults apparently find host cocoons in the soil and lay on the larvae inside them, and the parasites develop and spin cocoons inside those of the host. One parasite matured in each host. The occurrence of *A. abdominalis* in Sweden, France, and Italy indicates that it may be a parasite of winter moth in most of western Europe.

*Campopletis* (= *Sagaritis*) *zonata* (GRAV.). — Reared by FEYTAUD (1928) from winter moth in southwestern France.

*Campoplex* (= *Omorgus*) *mutabilis* (HOLMG.). — One male emerged in July from a winter moth cocoon that was reared from a caterpillar collected on oak at Kullaberg approximately a month earlier. Previously, *C. mutabilis* was reared from winter moth in England by BROOKS and BROWN (1936). It has been recorded frequently from various hosts throughout most of Europe and may, therefore, be an incidental parasite of *O. brumata* throughout most of its range.

*Cratichneumon culex* (MULL.). — One male emerged in July from a winter moth cocoon collected in the soil beneath oak trees at Kullaberg shortly after winter moth larvae matured. This is the first record of winter moth parasitism by this ichneumonid. The time of attack and the host stage attacked are unknown.

*Cratichneumon* (= *Ichneumon*) *fabricator* (FAB.). — Listed by THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) on the basis of studies by earlier investigators.

*Cryptus poecilopus* RDW. — Reared from winter moth by earlier investigators, according to THIEM (1922) and SILVESTRI (1941). The correct identity of this species is unknown.

*Dusona* (= *Campoplex*) *pugillator* (L.). — MORLEY (1914), THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) listed this species as a winter moth parasite on the basis of studies by other, earlier investigators; however, MORLEY doubted the accuracy of the earlier records.

*Ephialtes pictipes* (GRAV.). — Three specimens that were reared from *O. brumata* that originated on fruit trees at Schorndorf constitute the first record of winter moth parasitism by this ichneumonid. Parasite eggs were laid on host caterpillars, and larvae that hatched from them developed externally and spun silken, transparent cocoons on the foliage. Parasite adults emerged seven to 10 days later. No other host records for this species are known.

*Eulimneria crassifemur* (THOMS.). — One female was reared



from a winter moth cocoon from Versailles. Previously it was not known that this species attacked *O. brumata*, though it is polyphagous and is widely distributed in Europe and Asia. THOMPSON and PARKER (1935) described its morphology and stated that there are one or two generations each year, depending on the locality; in the present investigation, evidence for one generation on winter moth at Versailles was provided by the one parasite specimen that emerged in spring from a host cocoon that formed the previous summer.

*Eulimneria rufifemur* (THOMS.). — Several adults of this ichneumonid emerged from winter moth that originated on fruit and forest trees at Frankfurt, Zunsweier, and Reuver. This is the first time that *E. rufifemur* was reared from this host, though it is recorded in the literature from other hosts throughout most of western Europe and Britain. The larva is an endoparasite; when mature it emerges from the caterpillar and spins a cocoon inside that of the host. The adult parasite emerges two or three weeks later and probably parasitizes other species during the summer or autumn.

*Gelis (Pezomachus) audax* (FORST.). — THIEM (1922), MEIER (1927) and SILVESTRI (1941) list this species on the basis of studies by earlier investigators. Its correct identity is unknown.

*Hemiteles areator* (PANZ.). — HADERSOLD (1938) suggested that this species parasitizes winter moth because a cocoon of the parasite was found on an apple tree that was infested with winter moth. However, REICHERT (1933) reported *H. areator* as a hyperparasite of winter moth through *Meteorus ictericus* (NEES). More definite evidence for parasitism of *O. brumata* by *H. areator* obviously is required. *H. areator* has been reared from numerous other species of braconids and ichneumonids.

*Horogenes* (= *Diocetes*) *exareolata* (RATZ.). — One female of this species, that has also been included in the genus *Angitia*, emerged in July from a winter moth cocoon that had been reared from a larva collected on hazel at Oland several weeks earlier. Previously, this ichneumonid was reared from *O. brumata* collected on apple in Ireland (BEIRNE, 1942).

*Limnerium spectabile* RDW. — The correct identity of this species, which was listed by THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) on the basis of studies by earlier investigators, is unknown.

*Lissonota biguttata* HOLMG. (= *femorata* HOLMG.) — This species, previously recorded from winter moth by VARLEY and GRADWELL (1958), was reared in the present study from larvae collected on forest and fruit trees at Hasselt, Wytham, Versailles, Braunfels, Frankfurt, Oldenburg, and Zunsweier. No other published information on its distribution or hosts was found. The larva of *L. biguttata* matures

after the host larva has spun its cocoon, and forms a light brown, translucent cocoon inside that of the host. The adult parasite emerges two or three weeks later and probably produces a second generation on other species.

*Mesochorus confusus* HOLMG. and *Mesochorus crassimanus* HOLMG. — Listed as winter moth parasites by MORLEY and RAIT-SMITH (1933). It is probable that neither parasitizes winter moth, because the ichneumonid portion of the publication is based on MORLEY (1914) who recorded *M. confusus* and *M. crassimanus* as hyperparasites of winter moth through *Phobocampe crassiuscula* (GRAV.) and *Meteorus pulchricornis* (WESM.), respectively.

*Netelia* (= *Paniscus*) *virgatus* (FOURC.). — Listed by MORLEY and RAIT-SMITH (1933) as a winter moth parasite; however, this record is based on the fact that STENTON (1910) experimentally induced oviposition by *N. virgatus* on *O. brumata*.

*Netelia* (= *Parahatus*) *latungula* (THOMS). — This species also occurs in north-eastern United States and the adjacent areas of Canada (TOWNES, 1938). Adults emerged from winter moth collected at Oberflockenbach, and cocoons were found inside winter moth cocoons from Versailles, Frankfurt, Oldenburg, Simpelveld, Kullaberg, and Oland. HADERSOLD (1938) reared *N. latungula* from *O. brumata* in northern Germany. In the present study parasite adults emerged in spring from winter moth cocoons reared from larvae collected in the previous summer; therefore, the parasite attacks larvae of the winter moth and has one generation each year.

*Phobocampe bicingulata* (GRAV.). — HADERSOLD (1938) reared this species in northern Germany.

*Phobocampe crassiuscula* (GRAV.). — This ichneumonid was reared from winter moth that had been collected on forest and orchard trees at Wytham, Bruchsal, Dannenfels, Durbach, Frankfurt, Heidelberg, Mingolsheim, Oberflockenbach, Kullaberg, and Oland. Previously, it was recorded as a winter moth parasite by MORLEY (1914) in Britain. Parasite larvae develop in winter moth larvae, emerge when the latter are nearly mature, and spin cocoons on the foliage. The parasite adults emerge about three weeks later. These adults probably produce a second generation on other host species in summer or early autumn. The hibernation site of the parasite is unknown. *Mesochorus confusus* HOLMG. (*Hymenoptera: Ichneumonidae*) parasitized *P. crassiuscula* in England (MORLEY, 1914). In the present investigation adults determined as *Mesochorus* sp. (*Hymenoptera: Ichneumonidae*) and *Dibrachys cavus* (WLKR.) (*Hymenoptera: Pteromalidae*) emerged in summer from cocoons of *P. crassiuscula* that originated as larvae at Frankfurt, Oland, and Kullaberg, and at Frankfurt, respectively. The life-histories of the two parasite species

were not studied in detail: both apparently oviposit in or on winter moth larvae, because the cocoons of *P. crassiuscula* from which they emerged were reared in the laboratory from field-collected host larvae.

*Phobocampe uncinata* (GRAV.). — BIGNELL (1898) reared this species from winter moth in England, and THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) listed it on the basis of studies by earlier investigators.

*Phygadeuon brumatae* RDW. — The correct identity of this species, which was listed by THIEM (1922) and SILVESTRI (1941) on the basis of studies by other investigators, is unknown.

*Pimpla contemplator* (MULL.). — Three adults of this species emerged in June from cocoons of *O. brumata* at Wytham. This is the first record of winter moth parasitism by this species. The host stage parasitized is unknown because the hosts, though collected as mature larvae, were exposed in the collection locality for approximately a week after they had pupated.

### *Hymenoptera: Eulophidae*

*Eulophus larvarum* (L.). — This eulophid, that has been referred commonly to both the genera *Comedo* and *Cratotrechus*, was reared in the present study from winter moth larvae collected on fruit and forest trees at Bruchsal, Dannenfels, Frankfurt, Heidelberg, Kiel, Oberflockenbach, and Oland. Previously it was recorded as a parasite of *O. brumata* in northern Germany (HADERSOLD, 1939) and in southern Italy (SILVESTRI, 1941). It is also known in Britain (KLOET and HINCKS, 1945) and France (CHEVALIER, 1930) and may, therefore, be an occasional parasite of winter moth in most of western Europe.

Larvae of *E. larvarum* are ectoparasites; from three to six develop gregariously and pupate on the foliage near the posterior end of the shrivelled last-instar host. Parasite adults emerge between one and two weeks later and probably produce a second generation on other host species. Details of the morphology and life-history were described by SILVESTRI (1941).

### *Diptera: Phoridae*

*Megaselia rufipes* (MG.). — Several adults emerged in July from winter moth cocoons that had been reared from caterpillars collected on fruit and forest trees at Braunfels, Dannenfels, and Frankfurt. This is the first record from winter moth, though it was recorded previously from various Lepidoptera, Hymenoptera, and Coleoptera in Europe and Britain. Details of the life-history in Germany were published by NIKLAS (1957).



*Diptera: Tachinidae*

*Blepharomyia amplicornis* (ZETT.). — Reared by SILVESTRI (1941) from winter moth collected in central Italy.

*Blondelia nigripes* (FALL.). — This tachinid, often referred to as *Lydella nigripes*, was reared from winter moth collected on forest trees at Frankfurt. It was not recorded previously from this host but is polyphagous and widely distributed in Europe and Britain and may be an incidental winter moth parasite throughout most of its range. DOWDEN (1933) published details of its life-history and morphology. In the present study parasite larvae emerged from winter moth cocoons and formed puparia from which adults emerged about two weeks later. There is presumably another generation on other host species.

*Ctenophorocera* (= *Pales* = *Neopales* = *Nilea*) *pavida* (MG.). — Reared from winter moth in Italy by SILVESTRI (1941).

*Cyzenis albicans* (FALL.). — This species was first described as *Tachina albicans* (FALLEN, 1810) and subsequently included in both the genera *Cyzenis* (ROBINEAU-DESVOIDY, 1863) and *Monochaeta* (BRAUER and BERGENSTAMM, 1889). It has also been referred to as *leucophaea* MEIG., *schistacea* MEIG., and *perturbans* ZETT. It was reared from winter moth collected in all localities except Dannenfels, Durbach, Kiel, Kranichstein, Oberkirch, Assen, Simpelveld, and Vianen where the collections were small or included mostly early-instar caterpillars that are parasitized less frequently by this tachinid; in addition, *C. albicans* has been taken in central Sweden (LUNDBECK, 1927) and as far south as Lausanne, Switzerland (SPEYER, 1940). The southern limit of its distribution is unknown though SILVESTRI (1941) did not rear it from several thousand winter moth collected in central and southern Italy and Sicily. In Britain *C. albicans* is known from Somerset in the south to Golspie on the coast of Sutherland in the north (FORDHAM, 1935). Recorded hosts are all geometrids: (*O. brumata*; *Triphosa dubitata* (L.) (LUNDBECK, 1927); and *Eupithecia pimpinellata* (HBN.) (VAN EMDEN, 1954); and, experimentally, *Ope-rophtera fagata* (SCHARF.) (VARLEY and GRADWELL, 1958).

There is one parasite generation each year. Adults emerge in spring at about the time that winter moth larvae hatch, and live for three to five weeks. LUNDBECK (1927) recorded adults at the beginning of September in Denmark, but as none survived after early July in the present study and as there is no published record of a second generation, this record is doubtful. The onset of adult emergence is affected by temperature, and, according to SPEYER (1940), also by intrinsic factors, because puparia from several localities reared in the same environment yielded adults at times corresponding to



the natural times of winter moth larval hatch in those localities. Males and females usually are present in equal proportions. Mating occurs 3 to 4 hours after emergence at temperatures between at least 7.8 °C and 22.8 °C.; usually it lasted between 15 and 25 minutes but occasionally exceeded 40 minutes. Each male can fertilize several females. At 18 °C. males fed only water lived three to four weeks and females four to five weeks. In nature both sexes probably feed: DAY (1948) recorded adults on flowers of hawthorn (*Crataegus oxyacantha* L.) and wood spurge (*Euphorbia amygdaloides* L.), and VARLEY and GRADWELL (1958) observed feeding on the sap flux from leaves damaged by feeding caterpillars. Effect of natural food on the fecundity and longevity is unknown, though in tests females that ate honey and water lived no longer than those fed only water. Preoviposition period of mated females fed honey and water at 18 °C. was usually between 12 and 15 days and occasionally over three weeks. The microtype eggs are laid on the foliage or flowers of the host plants. Five females laid up to 683 eggs each in 12 days or less; the maximum per female in a 24 hour period was 307, and one specimen laid 270 in three hours and 10 minutes. As in other microtype-laying species of tachinids, potential fecundity probably depends on the size of the female, with which the number of ovarioles in each ovary is correlated (BESS, 1936).

Adults of *C. albicans* oviposit on many different plants. Parasitized winter moth larvae were collected on foliage of apple, pear, cherry, plum, linden, elm, oak, hornbeam, and hazel; in addition BAER (1921) observed adults of this parasite on willow and blueberry, which are occasionally infested by winter moth. *C. albicans* also parasitizes *Triphosa dubitata* (L.) and *Eupithecia pimpinellata* (HBN.) which eat the foliage of blackthorn (*Prunus spinosa* L.) and buckthorn (*Rhamnus* sp.), and the flowers of several Umbelliferae and Compositae, respectively (MEYRICK, 1927). Most of the eggs of *C. albicans* are laid on the underside of the leaf; this was observed also with *Leschenaultia exul* TNS. (Diptera: Tachinidae) by BESS (1936) who recorded relatively more mortality among eggs on the upper surface, probably because of higher temperatures caused by direct exposure to sunlight.

Eggs are fully developed before they are laid. Over eighty per cent of those deposited on a caged tree in nature were viable three weeks later, and others held at 1 °C.-2 °C. and relative humidities between 90 and 100 per cent lived about eight weeks. Though they can be ingested by any larval instar of *O. brumata*, most eggs are eaten by the fifth-stage caterpillars that consume a greater leaf surface than earlier instars.

Larvae of *C. albicans* probably hatch only in the host mesenteron, as in dissections only unhatched parasite eggs were found in the foregut, whereas both unhatched eggs and empty chorions were found

in the midgut. Freshly-hatched larvae make a hole in the wall of the host's alimentary canal, immediately enter the body cavity and, often within an hour after ingestion, locate and enter the wall of the salivary gland. Here the parasite feeds until the host pupates. Feeding causes swelling of the host gland but does not close the salivary duct or affect formation of the cocoon. After the host pupates the first-instar larva makes a respiratory funnel that opens to the exterior on the ventral side of the pupa near the thoracic-abdominal junction, and feeds with its posterior spiracles inserted in this funnel until only the empty pupal case remains. When mature the parasite larva withdraws its spiracles from the funnel, reverses itself, and forms a puparium inside the empty host pupa. Only one parasite matures in each host pupa.

Because they are laid on the foliage, eggs of *C. albicans* are eaten by larvae of all defoliators that are associated with *O. brumata*; however the only associated species in which the parasite larva is known to mature is *T. dubitata*. The commoner species of *Lepidoptera* associated with winter moth, such as *Tortrix viridana* L. (*Tortricidae*) and *Erannis defoliaria* (CLERCK.) (*Geometridae*), may be physiologically unsuitable as hosts. Tests showed that no parasites developed in larvae of *Alsophila pometaria* (HARR.) (*Geometridae*), which is the most abundant defoliator associated with *O. brumata* in Canada, or in larvae of *Trichoplusia ni* (HBN.) (*Noctuidae*), *Pieris rapae* (L.) (*Pieridae*), *Anagasta kühniella* (ZELL.) (*Pyralidae*), and *Malacosoma americanum* (F.) (*Lasiocampidae*); but the parasite developed and pupated in *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.) (*Olethreutidae*) and *Galleria mellonella* (L.) (*Pyralidae*), neither of which is a natural host.

The larval stage usually lasts three to four weeks at 18 °C. Duration of the first instar varies considerably because there is no moulting until after the host has pupated. Duration of the second instar averages three to four days and that of the third nine to 10 days. Pupation follows formation of the puparium by a week or less. The parasite pupa soon enters diapause and does not develop further until the following spring.

The only insect parasite of *C. albicans* recorded was *Perilampus ruficornis* (FAB.) (*Hymenoptera: Perilampidae*) which was found at Bruchsal, Oberflockenbach, and Luscherz. It emerged also from puparia of *Lypha dubia* (FALL.) from Oland and may, therefore, attack both tachinid species throughout most of western Europe. *P. ruficornis* overwintered as the adult and emerged in spring from puparia reared from winter moth collected as larvae in the previous spring and summer. Apparently the perilampid enters the winter moth larva and, eventually, the enclosed larva of *C. albicans*, but does not kill the tachinid until after the puparium has formed. STEFFAN (1952)

reported that it attacks several other tachinid and hymenopterous parasites of Lepidoptera.

Adults of *C. albicans* are also attacked by the fungus *Entomophthora muscae* (F.) FRES. Approximately 1,600 flies that had been collected at Visingsö and shipped by air to Belleville in five wooden boxes died en route or within 48 hours of arrival. The high mortality is at least partially attributed to the unusually high parasite population density in the boxes that facilitated spread of the fungus. No information was obtained on its incidence in natural populations of *C. albicans*.

***Lypha dubia*** (FALL). — This tachinid was reared from winter moth collected in all localities except Wytham, Bingen, Durbach, Kiel, Kranichstein, Oberkirch, and the five localities in Holland. Previously it was reared from winter moth in the U.S.S.R. (SCHREINER, 1916) and is known to occur from northern Scandinavia (LUNDBECK, 1927) to at least as far south as northern Italy (BONGINI, 1921). There is one generation each year. Adults emerge in spring from the soil and, according to LUNDBECK (1927), lay eggs that soon hatch on the foliage near the larvae of their host. Winter moth in both orchards and forests are attacked. One parasite larva matures in each host, emerges after the latter has spun a cocoon, and forms a puparium in the soil either inside or outside the host cocoon. Parasitism of *L. dubia* by *Perilampus ruficornis* (FAB.) (Hymenoptera: Perilampidae) was recorded at Oland.

***Masicera flavicans*** GOUREAU. — The correct identity of this species, which was listed by BOURDIN (1922), is unknown.

***Phorocera obscura*** (FALL.). — This species has also been referred to as *P. vernalis* R.-D. and *P. caesifrons* MACQ. It was reared from winter moth from Oostmalle, Versailles, Frankfurt, Heidelberg, Oberflockenbach, Schorndorf, Zunsweier, Kullaberg, Oland, and Luscherz in the present study, and recorded from southern Italy by SILVESTRI (1941). There is one generation each year. Adults emerge in spring and lay macrotype eggs on late-instar winter moth caterpillars. The parasite larva matures after the host has spun a cocoon, emerges usually from the host pupa and occasionally from the mature larva, and forms a puparium external to or, occasionally, inside the host cocoon. One or, less often, two tachinid larvae mature in each winter moth. Details of the life-history and morphology were published by SILVESTRI (1941). The species attacks *O. brumata* in both deciduous forests and orchards.

***Phryxe longicauda*** WAINW. — This species was reared from winter moth collected on forest trees at Versailles and Frankfurt. Previously, it was recorded from the same host on cherry at Herznach, Switzerland (DELUCCHI, 1953). *P. longicauda* was separated from



*P. vulgaris* (FALL.) in Britain by WAINWRIGHT (1940); thus, earlier records of winter moth parasitism by *P. vulgaris* (BAER, 1921; LUNDBECK, 1927) may refer to *P. longicauda*. Mature larvae of *P. longicauda* leave the host cocoon and form puparia in the soil, and adults that emerge from the latter several weeks later probably produce a second generation on an alternate host.

*Phryxe nemea* (MG.). — Recorded by PSCHORN-WALCHER and HERTING (1955) in northern Switzerland.

*Phryxe vulgaris* (FALL.) — Listed by BAER (1921) and LUNDBECK (1927). It may not, however, be a winter moth parasite because *Phryxe longicauda* was separated from it by WAINWRIGHT (1940), and several investigations, including the present one, showed that *P. longicauda* parasitizes winter moth.

*Smidtia conspersa* (MG.). — Several adults of *S. conspersa* (= *Epicampocera conspersa*) emerged from winter moth collected on forest trees at Versailles and Oberflockenbach. This is the first record of winter moth parasitism by *S. conspersa*; however, it is distributed from southern Sweden to at least as far south as France (LUNDBECK, 1927) and may occasionally parasitize *O. brumata* throughout this range. There is one generation each year. The puparium is formed inside the winter moth soon after the latter pupates, and the adult emerges in the following spring.

*Zenillia libatrix* (PANZ.). — *Z. libatrix* was reared from *O. brumata* collected from fruit and forest trees at Braunfels, Kranichstein, and Schorndorf. It was not reared previously from winter moth, though it is polyphagous and widely distributed in Europe and Britain and probably is an incidental parasite of *O. brumata* over a large area. Details of the morphology and life-history were published by DOWDEN (1934). The female lays microtype eggs on the foliage, the puparium is formed inside the winter moth pupa, and the adult emerges in summer and probably attacks other host species.

### Pupal Parasites.

Winter moth cocoons were collected at Kranichstein in July — August and November — December, 1954, and at Kullaberg in June, 1956; and cocoons reared from larvae collected at Versailles in 1956 and at Wytham in 1952, 1953, and 1955 were temporarily exposed in their respective localities. With the exception of *C. culex* at Kullaberg and *P. contemplator* at Wytham, which may have been pupal parasites, the only species reared were those that are known to parasitize winter moth larvae and mature inside the cocoon. More information on pupal parasites might be obtained from collections of pupae at intervals during the entire pupal period.



The only pupal parasite recorded in the literature is the ichneumonid *Pimpla turionellae* (L.) (= *P. examinator* (FAB.)). It was reared by HADERSOLD (1938) from a cocoon collected on an apple tree that was infested by winter moth; in this case, its host is not known accurately. SILVESTRI (1941) reared *P. turionellae* from winter moth pupae collected in the soil, and experimentally observed parasitism of winter moth pupae by this species.

### SUMMARY

Sixty-three species of insect parasites of the winter moth, *Operophtera brumata* (L.) (*Lepidoptera: Geometridae*), including 26 reared in the present investigation and 37 recorded only in the literature, are listed. Eleven of those reared in the present study are new parasite records for winter moth. Thirteen of the records from the literature are questionable because in each case the identity of either the parasite or host is uncertain. Notes on distribution and life-history are given for species reared in the present study.

### ZUSAMMENFASSUNG

In vorliegender Untersuchung wurden insgesamt 63 Insekten als Parasiten des Frostspanner, *Operophtera brumata* (L.), behandelt. Von diesen sind 37 Arten nur aus der Literatur bekannt. Die übrigen 26 Arten wurden aus dem gesammelten Material gezüchtet. Von letzteren waren 11 Arten bis jetzt noch nicht als Parasiten der Frostspanner bekannt. 13 in der Literatur genannte Arten sind mit einem Fragezeichen zu versehen, weil die Bestimmung der Parasiten-Arten oder des Wirtes zweifelhaft erscheint. Bemerkungen über die Biologie und Verbreitung der von uns gezüchteten Arten werden gegeben.

### REFERENCES

- ARDÖ, P. — 1956. Frostjarilar på Kullaberg. — *Fauna och Flora*, pp. 244-265.
- BAER, W. — 1921. Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Ihre Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und systematische Kennzeichnung. — *Z. ang. Ent.*, **7**, 349-423.
- BEIRNE, B. P. — 1942. Notes on some lepidopterous pests on fruit trees, and their parasites, in Ireland during 1941. — *Econ. Proc. R. Dublin Soc.*, **3**, 107-118.
- BESS, H. A. — 1936. The biology of *Leschenaultia exul* TOWNSEND, a tachinid parasite of *Malacosoma americana* FABRICIUS and *Malacosoma disstria* HUBNER. — *Ann. Ent. Soc. America*, **29**, 593-613.
- BIGNELL, G. C. — 1898. The *Ichneumonidae* (Parasitic Flies) of the south of Devon. — *Trans. Devonshire Assoc. Adv. Sci.*, **30**, 458-504.
- BONGINI, V. — 1921. Un divoratore delle foglie dei pioppi [*Melasoma* (*Lina*, *Chrysomela*) *populi*]. — *R. Osservatorio Fitopatologia, Turin, Foglio d'Istruzione*, **13**, 4 pp. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **9**, 472.
- BOURDIN, A. — 1922. Étude-enquête sur la Cheimabobie, ses mœurs, sa destruction. — *Maison rustique*, 32 pp. Paris. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **11**, 357.
- BRAUER, F. & J. E. BERGENSTAMM. — 1889. Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wein. — *Denkschr. Ak. Wiss.*, **56**, 69-180.
- BROOKS, C. C. & J. M. B. BROWN. — 1936. Studies on the pine shoot moth *Evetria buoliana* SCHIFF. — *Forest. Comm. Bull. No. 16*.
- CHEVALIER, L. — 1930. Étude sur un Hyménoptère mangeur de chenilles, *Cratotrechus larvarum* L. — *Bull. Soc. Sci. Seine-et-Oise*, **11**, 28-31. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **18**, 523.

- DAY, C. D. — 1948. British tachinid flies. — *T. Buncle and Co., Ltd.*, Market Place, Arbroath.
- DELUCCHI, V. — 1953. Die Parasitierung der Frostspannerraupen (*Operophtera brumata*) im Frühjahr 1953. — *Schweiz. Z. Obst. u. Weinb.*, **62**, 462-463.
- 1958. Biological control methods (rearing and shipping methods). — *Proc. 10th Int. Congr. Ent.*, **4**, 891-894.
- DOWDEN, P. B. — 1933. *Lydella nigripes* and *L. piniariae*, fly parasites of certain tree-defoliating caterpillars. — *J. Agric. Res.*, **46**, 963-995.
- 1934. *Zenillia libatrix* PANZER, a tachinid parasite of the gypsy moth and the brown tail moth. — *J. Agric. Res.*, **48**, 97-114.
- FALLEN, C. F. — 1810. Försök att bestämma de i Sverige funne Flugarter, som kunna föras till Släktet *Tachina*. — *Vetensk. Akad. Handl.*, **31**, 253-287.
- FEYTAUD, J. — 1928. Les chenilles du prunier. La chenille verte (*Cheimatobia brumata* L.). — *Rev. Zool. agric.*, **27**, 1-5.
- FORDHAM, W. J. — 1935. Records of three Yorkshire tachinids. — *Naturalist* (1935), p. 115.
- HADERSOLD, O. — 1938. Ergebnisse von Parasiten-Zuchten der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. — *Arb. physiol. angew. Ent. Berlin*, **5**, 21-32; **5**, 261-269.
- 1939. Ergebnisse von Parasiten-Zuchten der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. — *Arb. physiol. angew. Ent. Berlin*, **6**, 1-14; **6**, 311-315.
- HASE, A. — 1925. Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* WESTW. — *Arb. biol. Abt. (Anst. Reichsanst.)*, Berlin, **14**, 171-224.
- KLEET, G. S. & W. D. HINCKS. — 1945. A check list of British insects. — *T. Buncle and Co., Ltd.*, Arbroath.
- LUNDBECK, W. — 1927. *Diptera Danica*. Part VII. *Platypezidae, Tachinidae*.
- MARSHALL, T. A. — 1888. Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. Les Braconides. I.
- MARSHALL, T. A. — 1891. Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. Les Braconides. II.
- MEIER, N. F. — 1927. [Parasites (*Ichneumonidae* and *Braconidae*) bred in Russia from injurious insects during 1881-1927]. [In Russian.] — [*Rep. Bur. Appl. Ent.*], **3**, 75-91. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **16**, 200.
- MEYRICK, E. — 1927. A revised handbook of British *Lepidoptera*. — *Watkins and Doncaster*, London.
- MOKRZECKI, S. A. & A. P. BRAGINA. — 1916. [The rearing of *Trichogramma semblidis* AUR. and *T. fasciatum* P. in the laboratory, and temperature experiments on them.] [In Russian.] — Published by the Salgir Experimental Pomological Station at Simferopol, Simferopol, 13 pp. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **5**, 155.
- MORLEY, C. — 1914. British Ichneumons. V. *Ophioninae*. 400 pp. London.
- MORLEY, C. & W. RAIT-SMITH. — 1933. The hymenopterous parasites of the British *Lepidoptera*. — *Trans. R. ent. Soc. London*, **81**, 133-183.
- MUESEBECK, C. F. W., K. V. KROMBEIN & H. K. TOWNES. — 1951. *Hymenoptera of America north of Mexico*. Synoptic Catalogue.
- MUZZAFER Ahmad. — 1944. The morphology and biology of *Rhogas testaceus* (SPIN.), a braconid internal parasite of spotted bollworms of cotton. — *Indian J. Entomol.*, **5**, 189-205.
- NIKLAS, O. F. — 1957. Die Buckelfliege *Megaselia rufipes* MEIG. als Parasit bei Maikäferengerlingen und -puppen (*Melolontha* spec.) (*Diptera: Phoridae-Coleoptera: Scarabaeidae*). — *Nachr. Deutsch. Pflanzenschutz.*, **9**, 33-36.
- PSCHORN-WALCHER, H. & B. HERTING. — 1955. Der Kleine Frostspanner als Problem der biologischen Schadlingsbekämpfung. — *Schweiz. Z. Obst. u. Weinb.*, **64**, 113-116.
- REICHERT, A. — 1933. Rosenschadlinge. — *Kranke Pflanze*, **10**, 1-3.

- RICHARDS, O.W. — 1940. The biology of the small white butterfly (*Pieris rapae*) with special reference to the factors controlling its abundance. — *J. Anim. Ecol.*, **9**, 243-288.
- ROBINEAU-DESVOIDY, J. B. — 1863. Histoire naturelle des Diptères des environs de Paris. Parties 1, 2. — *Victor Masson et fils*, Paris.
- SCHREINER, J. F. — 1916. [*Cheimatobia brumata* L. and its control.] [In Russian.] — [Memoirs of the Bureau of Entomology of the Scientific Committee of the Ministry of Agriculture], Petrograd, **6**, 19 pp. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **4**, 141.
- SILVESTRI, F. — 1941. Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simionti. VI. La Falena Brumale (*Operophtera brumata* L.). — *Boll. Lab. Ent. Agr. Portici*, **5**, 61-120.
- SPEYER, W. — 1940. Beiträge zur Biologie des Kleinen Frostspanners (*Cheimatobia brumata* L.) VI Die Tachine *Monochaeta albicans* Fall. als Parasit der Frostspannerraupen. — *Arb. physiol. angew. Ent. Berlin*, **7**, 52-59.
- STEFFAN, J. R. — 1952. Les espèces françaises du genre *Perilampus* LATR. (*Hym. Perilampidae*). — *Bull. Soc. ent. France*, **57**, 68-74.
- STENTON, R. — 1910. On the oviposition and incubation of the ichneumonid *Paniscus* (*Parabatus*) *virgatus*, FOURC. — *Entomol.*, **43**, 210-212.
- THIEM, H. — 1922. Die Frostspannerplage im Niederungsgebiet der Weichsel bei Marienwerder Wstpr. und Beiträge zur Biologie des Kleinen Frostspanners. — *Arb. biol. Abt. (Anst.-Reichsanst.)*, Berlin, **11**, 1-94.
- THOMPSON, W. R. & H. L. PARKER. — 1930. The morphology and biology of *Eulimneria crassifemur*, an important parasite of the European corn borer. — *J. Agric. Res.*, **40**, 321-345.
- TOWNES, H. K. — 1938. The Nearctic species of *Netelia* (*Paniscus* of authors) and a revision of the genera of Neteliini (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Lloydia*, **1**, 168-231.
- VAN EMDEN, F. I. — 1954. Handbook for the identification of British insects. *Diptera, Cyclorrhapha, Calyptrata*. Section (a). — *Handbook, R. ent. Soc. London*, **10**, part 4 (a).
- VARLEY, G. C. & G. R. GRADWELL. — 1958. Oak defoliators in England. — *Proc. 10th Int. Congr. Ent.*, **4**, 133-136.
- WAGNER, A. C. W. — 1929. Schlupfwespen und ihre Wirte, Zuchtergebnisse von Hamburger Entomologen. — *Verh. Ver. Naturw. Unterh. (Heimatsforsch.) Hamburg*, Vol. **20**, 17 pp. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **19**, 127.
- WAINWRIGHT, C. J. — 1940. The British *Tachinidae* (*Diptera*): Second Supplement. — *Trans. R. ent. Soc. London*, **90**, 441-448.
- WIESMANN, R. — 1944. Untersuchungen über neue Köderflüssigkeiten zur Kontrolle des Traubenwicklerfluges. — *Landw. Jb. Schweiz*, **58**, 841-864. Abstract in *Rev. Appl. Ent.*, **A**, **35**, 144.
- WILKINSON, D. S. — 1940 a. On the identity of *Apanteles praepotens*, HALIDAY (*Hym. Bracon.*). — *Bull. Ent. Res.*, **31**, 141-144.
- 1940 b. On the identity of *Apanteles carbonarius* WESMAEL., with the description of a new, closely related, Palaearctic species. (*Hym. Brac.*). — *Proc. R. ent. Soc. London* (B), **9**, 157-163.
- 1945. Description of Palaearctic species of *Apanteles* (*Hymen., Braconidae*). — *Trans. R. ent. Soc. London*, **95**, 35-226.

(Entomology Research Institute for Biological Control,  
Research Branch, Canada Department of Agriculture,  
Belleville, Ontario).





SOME OBSERVATIONS ON THE ECOLOGY  
OF PHYTOSEIID MITES  
(ACARINA : PHYTOSEIIDAE) IN CALIFORNIA

BY

D. A. CHANT & C. A. FLESCNER

---

Introduction

Phytoseiid mites were shown in 1906 (PARROTT, *et. al*) to feed on mites of other families and many references were made subsequently to their predacious habit. These references doubtless gave rise to the belief that these predators are valuable in controlling phytophagous mite pests on fruit trees and agricultural crops. This belief was later supported by a number of empirical field studies that have recently been criticized. One of us (CHANT, 1958, and *in press*) showed that, despite the contrary indications from empirical observations, in general *Typhlodromus* (*T.*) *pyri* SCHEUTEN is of little value in the control of *Panonychus ulmi* (KOCH) in orchards in southeastern England. On the other hand, FLESCNER (1958) indicated that the phytoseiids on citrus and avocado in southern California sometimes significantly control *Oligonychus punicae* (HIRST) and *Panonychus citri* (MCG.). Some workers considered these findings to be contradictory, and in discussions on the value of predacious mites sometimes quoted them to support one or the other point of view and as a basis for sweeping generalities. The authors recently had the opportunity to work together at the Citrus Experiment Station, Riverside, California, and we were able to resolve partially the apparently contrasting views and to contribute to the clarification of the status of phytoseiid mites in general as factors in the control of other mites on fruit trees.

Our joint studies had three aims: to obtain data on the feeding habits of the phytoseiids that are common on fruit trees in southern California; to obtain ecological data on the distribution of the Californian species; and to determine if the difference in effectiveness of the Californian and English species lies in different feeding habits or distributions.

### Feeding Habits.

Phytoseiids feed on both the egg and active stages of other mite species. GILLIATT (1935) surmised that some species also feed on plants, and this was demonstrated with *T. (T.) pyri* in southeastern England (CHANT, 1959, and *in press*).

About 12 species of *Phytoseiidae* occur on citrus and avocado leaves in southern California. However, only two of these were common in orchards investigated in winter; *T. (A.) hibisci* CHANT and *T. (A.) limonicus* (GARMAN et MCGREGOR), and these were the subject of the present investigation. Because no statistically significant differences could be demonstrated between their respective abilities to feed on the materials tested they are considered together in the following discussion.

The object of this study was to determine if these Californian species are restricted to feeding on other mites or if they too can maintain themselves on plant foods. Most rearings was done in a constant temperature ( $76^{\circ}\text{F.} \pm 2^{\circ}$ ) and in two types of cages. One was a modified "HUFFAKER" cage, as further modified by CHANT (1956), and was used when food was not living plant material. The second, described by MATHYS (1954) and modified by CHANT (*loc. cit.*), was a small plastic cell used to confine mites to living leaves. When not under constant conditions, rearing was done out-of-doors so that laboratory results could be interpreted in relation to field conditions.

As time did not permit a complete study, the only criteria of food suitability recorded were longevity and fecundity of adult females and, in a few instances, the effect of various foods on the ability of immature mites to develop. Eleven combinations of food were tested and a check was provided in which the mites received no food or water. Pollen was provided by removing the anthers and nectaries of the blossoms and using only these parts. Honeydew from aphids was tested where it occurred naturally on leaves from an infestation on greenhouse seedlings. Mildew of undetermined species occurred in some of the cages that were moistened with honey and water. No attempt was made to ensure that these foods were free from associated microorganisms and these could in some way have been responsible for the suitability of certain foods. In some instances the number of specimens of mites tested was small because of mortality in handling or because a particular food was difficult to obtain. The plants used were two or three-year old trees, three to six feet tall, growing in metal containers of soil. The results of this study, shown in Table I, may be discussed as three groups.

First, phytoseiids that were starved of food and water lived only for a short time under the experimental conditions and death was probably due to desiccation rather than to starvation. They did not

TABLE I

Effects of various foods on the longevity and fecundity of adult females of *T. (A.) hibisci* and *T. (A.) limonicus* in an insectary and in the field.

Food	Mean longevity (days)	No. eggs laid	No. eggs/Mite/Day	No. specimens
Insectary				
Without food or water.....	2.6 ± 0.3*	0	0	11
Avocado leaves.....	3.9 ± 0.4	0	0	19
Orange leaves.....	4.2 ± 0.4	0	0	21
Water and Honey.....	4.4 ± 0.3	0	0	7
Lemon leaves.....	4.8 ± 0.2	0	0	36
Water only.....	5.7 ± 0.3	0	0	9
Orange pollen and water.....	11.0 ± 1.9	18	0.3	6
Honeydew on leaves.....	12.0 ± 0.0	15	0.2	5
Avocado pollen and water**.....	15.2 ± 1.3	155	0.7	16
Mildew and water.....	15.5 ± 5.5	0	0	2
Field :				
Orange leaves.....	9.1 ± 0.3	0	0	6
Avocado leaves.....	10.6 ± 2.3	0	0	5

(\*) Standard error. — (\*\*) Not completed because of lack of time.

reproduce and lived but slightly longer on water alone, or when fed only living leaves. Some of the differences in this group were statistically significant but their biological significance is doubtful.

Second, orange and avocado pollen with water, aphid honeydew on living orange and lemon leaves, and mildew with water all enabled the mites to live significantly longer than the other foods tested, but oviposition occurred only with the pollen or honeydew. By comparison with four species in England, oviposition was at a slightly higher level as 0.3 eggs per mite per day was the highest rate recorded by CHANT (*in press*) with mites that were fed animal prey.

Third, mites which were placed in plastic cells on avocado and orange trees in a grove out-of-doors lived more than twice as long as those on foliage alone in the laboratory. Further tests could not be done but, if the difference in longevity between laboratory and field with pollen or honeydew as food is of a similar order these mites would be able to live in groves for as long as four weeks in the absence of animal food. Because these foods allowed the mites to lay eggs in the laboratory, they would presumably also be able to reproduce on this food in the field.

The few immature mites tested developed normally on diets of pollen and nectar, and on aphid honeydew, but not on citrus or avocado leaves alone.

These experiments indicated that *T. (A.) hibisci* and *T. (A.) limonicus* are not more restricted to a predacious way of life than are the English species studied: they too are facultative predators. The species tested in both areas can live on plant foods alone, with animal food not essential for development or reproduction.

### Distribution.

#### ON SURFACES OF LEAVES AND ALONG TWIGS AND BRANCHES.

An important factor that prevents *T. pyri* from effectively controlling *Panonychus ulmi* on apple in southeastern England seems to be the discrepancy between the distribution of the predator and that of its prey on apple leaves and twigs (CHANT, 1958 and *in press*). *T. pyri*, as is often the case with members of the subgenus *Typhlodromus*, is normally found only along the midribs and larger veins of the lower surfaces of apple leaves and apparently it prefers the younger leaves at the tips of shoots and spurs. *P. ulmi*, on the other hand, prefers the older leaves early in summer, and is fairly uniformly distributed on the lower surfaces and a significant part of the population is on the upper surfaces of leaves, where *T. pyri* rarely occurs. Because of the importance that we attribute to this aspect of the ecology of predacious mites, citrus and avocado were investigated from the same viewpoint.

It was found that in general the phytoseiids on these plants in southern California are distributed differently from *T. pyri* on apple in England. Both *T. (A.) hibisci* and *T. (A.) limonicus*, as is frequently the case with members of the subgenus *Amblyseius*, roam over the entire surfaces, both upper and lower, of citrus and avocado leaves. Field observation (C.A.F.) indicated that in summer, on days when temperatures are high, these phytoseiids retreat toward the shaded centres of the trees during the day and move back to the periphery at night. Thus, there may be a frequent redistribution, and no one type of leaf seems to be constantly preferred as a habitat. Nearly all areas inhabited by the phytophagous species are also inhabited by the phytoseiids at one time or another.

In greenhouses in England *T. pyri* changes its habits and it too roams widely over both surfaces of the leaves (CHANT, *in press*). This may explain why in greenhouse and insectary experiments this species seems to control phytophagous species while it does not do so in the field.

#### VARIATION BETWEEN LEAVES.

The between leaf, or interleaf, distributions of *T. pyri* and *P. ulmi* on apple in England early in summer are dissimilar (CHANT, 1958) and suggest that the two are independent and, therefore, that one does not influence the other. Later in summer the distribution of the two tend to become more similar but, by that time, the pest has often increased to a point where the predator cannot control it regardless of how favourable conditions may be. Distribution can only be an important factor at nearly equal densities of predator and prey or when



the latter is outnumbered: when there are major differences in density the importance of distribution is superseded by the numerical factor.

The interleaf distribution of the phytoseiid and phytophagous mites on citrus and avocado was investigated during the present study. Records obtained at Riverside (C.A.F. and staff) from 1951 to 1957 of the numbers of mites on individual leaves were examined. Specific identifications for the phytoseiids were not available but the Riverside slide collection showed only *T. (A.) hibisci*, *T. (A.) limonicus*, *T. (T.) arboreus* CHANT, *T. (T.) mcgregori* CHANT, and *T. (T.) conspicuus* (GARMAN) to occur commonly in the orchards investigated. As no data are available on the relative abundance of these, the populations sampled in 1951-1957 may have been composed of any, or all, of them.

Fig. 1 shows the interleaf distributions of predacious and phytophagous mites in England and California. The phytoseiids on avocado in California are distributed as is *T. pyri* on apple in early summer in England. However, whereas in England *P. ulmi*, the prey species, was distributed differently from the predator, in California the distribution of the prey, *Oligonychus punicae*, closely resembles that of the phytoseiids. In England the predator seems unable to significantly influence the phytophagous mites but in California, where the distributions of the two are similar, the converse may be true. The picture on avocado is similar to that on citrus with *P. citri* in California.

In addition to investigating the distribution between leaves of some phytophagous and predacious mites in California, an attempt was made to determine whether the predators tended to congregate on leaves inhabited by the phytophagous mites, and thus to determine if the predator is attracted by the prey (or possibly by the same factors that attract the prey). Data from the leaf samples mentioned above were used and they cover several years. Only the samples with both predacious and phytophagous mites were considered and, further, only for the months of each year in which the mites were actively reproducing and feeding. Though such composite data are not as conclusive as individual counts from a large number of leaves taken at one time no better method could be devised because the sample size of 10 leaves was by itself too small to be significant. Moreover, the number of mites present influenced the results: for example, in a leaf sample in which every leaf had phytophagous mites, all predators present obviously will be on infested leaves.

The leaves from these samples were placed in several categories, as shown in Table II. The data for each of three orchards were arranged in a  $2 \times 2$  contingency table and tested with the  $\chi^2$  test. The results, also shown in Table II, are not conclusive but indicate that sometimes more predacious mites are found on leaves inhabited by phytophagous mites than are to be expected if they are randomly distributed, though the differences between the observed and calculated values are not

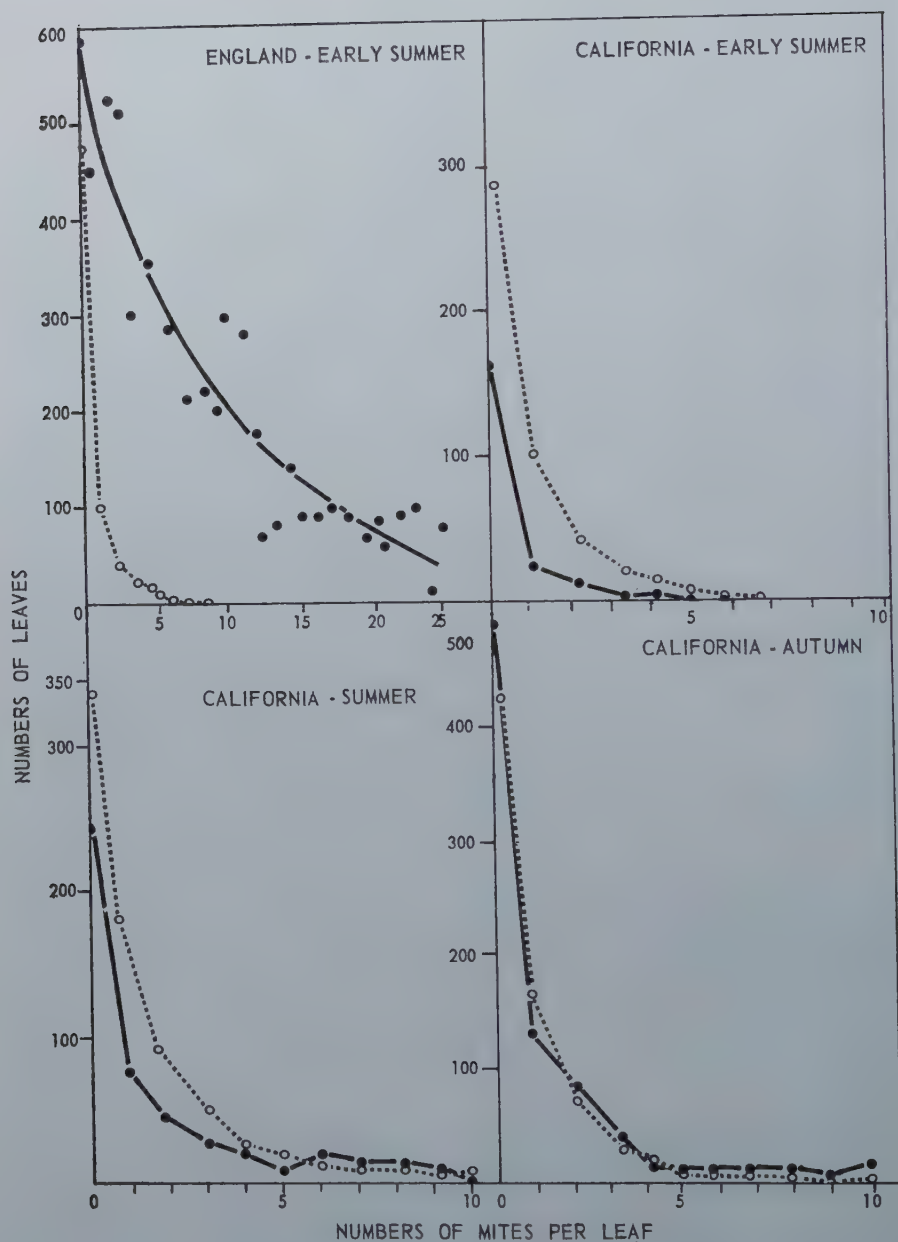


FIG. 1. — Comparison of interleaf distributions of phytoseiids (broken line) and of phytophagous mites (solid line) in England (East Malling, Kent) on apple and in California (Palmer Grove, Riverside) on avocado.

large. At other times this does not seem to be the case; this can perhaps be explained on the grounds that the complex of species of predators varied in composition between seasons and years.

TABLE II

The incidence of *Typhlodromus* spp. on avocado and citrus leaves infested with phytophagous mites in southern California.

Orchard	Fruit	Period covered	Total leaves examined	No. leaves with Phytophagous mites	No. leaves with both Phytophages and Predator	No. leaves with only Predators	No. leaves uninhabited	Significant at 5 % level
Palmer's	Avocado	July-Sept.	630	146	253	107	124	No
		Oct.-Mar.	810	217	152	158	283	No
		Apr.-June	220	37	27	49	107	No
Bucklew's	Avocado	Apr.-Oct.	1,072	174	523	182	193	Yes
Limoneria	Orange	Apr.-Oct.	497	236	119	35	107	Yes

The need for fundamental studies along this and other lines of ecology is apparent if we are to understand more fully the nature of predacious mites and to be able to assess their importance to horticulture and agriculture.

### Discussion.

As indicated above, this study was to contribute to our understanding of why phytoseiids are more effective in controlling phytophagous mites on citrus and avocado in southern California than on apple in southeastern England. A full explanation was impossible to obtain in the time available but sufficient data were obtained to indicate some possible reasons for this difference.

Major differences in feeding habits apparently do not exist between the species that have been studied and that are abundant in each country; none is an obligate predator and all are able to live, develop, and reproduce on foods such as pollen, mildews, and aphid honeydew (or on the microorganisms these contain), as well as on animal prey. They can also live for some time on leaf juices or moisture alone, though they cannot reproduce or develop on these.

Our studies indicate that at least some of the reasons for the difference probably lie in distribution. The phytoseiids that were examined on citrus and avocado in southern California are more or less uniformly distributed over the leaf surfaces, both upper and lower. They are, therefore, a controlling factor of potential importance on all parts of the leaf inhabited by phytophagous mites, and not only in a small fraction of this area as is the case with *T. pyri* on commercial apple in England.

Further, in England the interleaf distributions of the predacious and phytophagous mites are dissimilar whereas in California they are alike. Because the phytoseiids in both England and California are similarly distributed it seems that the phytophagous mites on citrus and avocado, *O. punicae* and *P. citri*, are more suitable than *P. ulmi* on apple for control by these predators. When the prey distribution on the leaves on a tree is different from that of the predator the relationships between the two species probably are not close.

The phytoseiids on apple in England tend to inhabit young leaves whereas the phytophagous mites inhabit the older leaves early in the year and may not become generally distributed over all types of leaves until midsummer or later. Conversely, in California the common phytoseiid species seem to be influenced by temperature and light to move freely between the periphery and the centres of the trees. Because of this, leaves that are inhabited by the phytophagous mites are more likely to be visited by the roaming phytoseiids of California than by the more sedentary ones of England.

Winter mortality, which may be as high as 90 per cent each year, is important in limiting the effectiveness of *T. pyri* in England (CHANT, *in press*). Few predators are present each spring and before these can increase to an effective level the prey frequently increases to the point where it cannot be normally controlled by biotic factors. In California, however, the phytoseiids studied overwinter on the citrus and avocado foliage, which is evergreen, and winter mortality is probably light, though some reduction in numbers occurs in the fall when the humidity is very low and in winter when reproduction is curtailed by cooler temperatures. Because the mites overwinter on the leaves, they are able to exert an immediate effect on the prey when the latter begins to increase in the spring.

It seems, therefore, that the factors that cause the difference between the effectiveness of phytoseiids in England and California are both inherent and environmental. Inherent factors such as the tendency to be uniformly distributed within the tree or on the surface of a leaf are undoubtedly important but it is impossible to conclude at present whether they are more important than environmental factors such as prey distribution and winter temperatures.

In conclusion, we should like to point out that most valid examples of phytoseiids controlling other mites have involved members of the subgenus *Amblyseius* and it may be that these will prove more useful in this regard than species of *Typhlodromus* s. str.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The senior author expresses his appreciation to Dr. C. P. CLAUSEN, formerly Head, Biological Control Department, Citrus Experiment Station, Riverside, California, and his staff for their kindness and interest during this investigation.



# SUMMARY

An attempt is made to show why phytoseiid mites on citrus and avocado in southern California seem to be more effective predators of phytophagous mites than those on apple in southeastern England. It is suggested that this difference is caused both by factors inherent in the predator, such as its distribution, and by factors in its environment, such as the distribution of the prey and winter temperatures.

# SOMMAIRE

Une tentative faite afin de déterminer les causes pour lesquelles les acariens phytoseiides semblent être des prédateurs plus efficaces des acariens phytophages sur les Citrus et les Avocats du sud de la Californie, qu'ils le sont sur les pommiers dans le sud de l'Angleterre, suggère que cette différence est attribuable à la fois à des facteurs inhérents aux prédateurs, telle leur distribution, et à des facteurs du milieu, telles la distribution des proies et les températures hivernales.

# REFERENCES

- CHANT, D. A. — 1956. On the ecology and morphology of some predacious leaptid mites; with observations on other orchard-inhabiting arachnids. — Ph. D. thesis (unpublished), University of London, pp. 146.
- 1958. On the ecology of typhlodromids in southeastern England. — *Proc. 10th Int. Congr. Ent.*, **4**, 649-658.
- 1959. Observations sur la Famille des *Phytoseiidae*. — *Acarologia*, **1**, 11-22.
- *In press*. Phytoseiid mites (*Acarina: Phytoseiidae*). Part I. Bionomics of seven species in southeastern England. Part. II. A taxonomic review of the family *Phytoseiidae*, with descriptions of 37 new species. — *Canad. Ent. Suppl.*
- FLESCNER, C. A. — 1958. Natural enemies of Tetranychid mites on citrus and avocado in southern California. — *Proc. 10th Int. Congr. Ent.*, **4**, 627-631.
- GILLIATT, F. C. — 1935. Some predators of the European red mite, *Paratetranychus pilosus* c. & f., in Nova Scotia. — *Canad. J. Res.*, **D**, **13**, 19-38.
- MATHYS, G. — 1954. Contribution éthologique à la résolution du complexe *Bryobia praetiosa* KOCH (*Acar.*, *Tetranych.*). — *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, **27**, 137-146.
- PARROTT, P. J., H. E. HODGKISS and W. J. SCHOENE. — 1906. The *Eriophyidae* Part I. The apple and pear mites. — *New York Agr. Expt. Sta. Bull.*, **283**, 302-303.

(Entomology Research Institute for Biological Control,  
Research Branch, Canada Department of Agriculture,  
Belleville, Ontario;

Department of Biological Control, Citrus Experiment  
Station, Riverside, California.)



# SIBLING SPECIES IN THE *EURYTOMA ROSAE* GROUP (HYM., EURYTOMIDAE)

BY

M. F. CLARIDGE and R. R. ASKEW

---

## Introduction

For purposes of convenience, most systematic studies on insects are based entirely on the comparative anatomy of dead adults. Nevertheless, there is no *a priori* reason why there should be morphological differences between species. However, there obviously must be some biological differences between sympatric species if they are to remain discrete. Unless the differences preventing interbreeding between species involve morphological features, it is possible for true species to exist which are very difficult or impossible to separate using only dead adults. Many examples of such sibling species are now known and many so-called biological races have been recognized as good species. For example, studies on the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera, Culicidae) have failed to demonstrate adult morphological differences which would separate the species of the complex. However, they are easily separable by egg characters and various biological differences including the ability to transmit malaria (for review *vide* BATES, 1940). The natural prejudice of many taxonomists against recognizing such species must be overcome if advances in systematics are to be made.

In the *Chalcidoidea* there are many aggregates of sibling species at present grouped under single specific names. It is certain that students of such aggregates will find biological data essential. In many cases, well documented host-records may be sufficient, but data on host-preferences, searching behaviour, flight periods, distribution and courtship behaviour may be necessary, and probably ultimately, experimental field breeding and mating will be required.

Our own work with the *Eurytoma rosae* aggregate (*vide* below) has shown it to consist of a number of sibling species separable on egg and biological characters.

We have approached the problem from slightly different viewpoints. One of us, R.R.A., is particularly interested in the para-

sites of oak galls, and the other, M.F.C., more generally with the *Eurytomidae*. We thus decided to combine our information in this joint paper. However, the author of any particular section is indicated below (\*). Nevertheless we should like to emphasize that all problems have been discussed together and we are in complete agreement about them.

### The *Eurytoma rosae* problem

MAYR (1878) recorded the breeding of *Eurytoma rosae* NEES from fifty-six different Cynipid galls on species of *Rosa*, *Acer*, *Quercus*, and *Hieracium*. He also included in the same paper a new species, *E. curculionum*, very similar to *E. rosae*, bred from beetle larvae. FERRIÈRE (1950), in redescribing *E. rosae* and *E. curculionum*, remarked on the difficulty of separating adults of the two species without knowledge of their hosts.

In extensive breeding work with various *Cynipidae* we have reared long series of *Eurytoma*, morphologically attributable to *rosae*. The series obtained show slight morphological differences, present in most specimens, which seem to be associated with definite host species, or groups of species, and particularly with the host plant. We have found it impossible to separate confidently *E. curculionum* from *E. rosae* on adult characters alone. Also, *E. aciculata* RATZBURG, a parasite of Nematine saw-flies and possibly other gall formers on *Salix* species, is extremely close to some "*E. rosae*" and very difficult to separate. The possibility of this group of insects, which we term the *rosae* aggregate, being made up of a number of sibling species has been strengthened by biological studies which we have carried out on some of the forms involved. Striking characters of the egg shell, which are completely reliable in the large number of specimens examined, in our view confirms the suspected specific status of some of the forms. Thus adult morphology allows odd specimens to be determined with certainty only as belonging to the *rosae* aggregate. The small morphological characters separating species within the aggregate are very difficult to appreciate and often not present in some specimens of a series. In such a situation the rules of nomenclature are difficult to apply. There are many synonyms known for "*E. rosae*", the types of most of which, one of us (M.F.C.) has examined. However only in cases where host records were given with the original description (e. g. *E. brunniventris* RATZ.) can the exact identity of the species be determined. The latter are exceptional and we consider it better at present to create new names where necessary until absolutely reliable morphological characters are discovered.

Below we give details of six British species of which we have material and useful biological information. There is no doubt that



there are a number of other species in the *E. rosae* aggregate, but as yet we have too little information about them. For example, the "*E. rosae*", bred from the olive-fly *Dacus oleae* (ROSSI), (vide FERRIÈRE & DELUCCHI, 1957) is almost certainly a good species. The structure of its egg and details of its life history are badly needed and would probably confirm the above view. We have also seen odd bred specimens from various Cynipid galls on plants other than *Rosa*, *Quercus*, *Hypochoeris* and *Centaurea*, at least some of which are also good species. Much further work, based on accurate biological data, is required with this interesting group.

We cannot say if any of the species of the *rosae* aggregate are represented in North America. However, Bugbee (1957) has investigated the *Eurytoma* species which attack *Diplolepis* (= *Rhodites*) galls, of which there are over thirty described species in that region. He states that each of the twelve *Eurytoma* species which he recognizes is generally "restricted to a single species of host gall-maker, or to two or more varieties of a single species".

In the following descriptions, the nomenclature of KLOET & HINCKS (1945) has been followed for names of hosts. The names of collectors are given in square brackets and have been abbreviated as follows — M. F. CLARIDGE [M.F.C.], R. R. ASKEW [R.R.A.], and M. NIBLETT [M.N.]. Unless otherwise stated all the records are from Britain.

### *E. rosae* aggregate

No morphological description of the *rosae* aggregate will be given here, since those of MAYR (*loc. cit.* : 315-316) and FERRIÈRE (*loc. cit.* : 400-401) are excellent. The aggregate is here separated into the following six species and the differences, both morphological and biological, will be given below and are summarized in table 1.

### *Eurytoma rosae* NEES

1834, *Eurytoma rosae* NEES, *Hym. Ichn. Monogr.* 2 : 415.

The adult characters which seem to be of importance in separating species within the *rosae* aggregate are mostly concerned with the shape of the mesepisternum in lateral view, the presence or absence of a lamella on the mid-coxa, and the shape of the gaster. *E. rosae sensu stricto* has the mesepisternum in lateral view making an angle of distinctly more than 50° with the plane of the thoracic dorsum, and a distinct lamella on the mid-coxa (fig. 1). The latter may occasionally be broken, or absent in small specimens. The gaster (fig. 4) is usually relatively shorter than in *E. aciculata* RATZ. (*cf.* fig. 6). The maximum length of a female is 4.0 mm.

The egg of *E. rosae* (fig. 7), investigated from large numbers of egg shells recovered from host galls, is typical of the *Eurytomidae* with a short, spiniform process at the micropylar end, and a longer, filamentous process at the other. The chorion is simple, unsculptured and dark brown pigmented.

**BIOLOGY.** *Eurytoma rosae* inhabits only galls of the Cynipid genus *Diplolepis* FOURCROY (= *Rhodites* HARTIG), which are confined to plants of the genus *Rosa*. We have seen specimens bred from galls of *D. rosae* (L.) [M.F.C., R.R.A.], *D. dispar* (NIBLETT) [M.F.C.], *D. spinosissimae* (GIRAUD) [M.N.] and *D. mayri* (V. SCHLECHTENDAL) [M.N.].

The majority of adult emergences, from galls stored overwinter in unheated outhouses, occur in June, with only a few appearing at the end of May. In addition, there is often a partial emergence in the first year of the galls. One of us (M.F.C.) has bred adults during late summer from *D. dispar* galls of the same year, and NIBLETT (1951) records similar emergences from galls of *D. rosae*, *D. dispar*, *D. mayri* and *D. spinosissimae*.

It is probable that *E. rosae* only inhabits the cells of the inquiline Cynipids *Periclistus brandtii* (RATZ.) and *P. caninae* (HARTIG) in galls of *Diplolepis*. We share the experience of BLAIR (1944, 1945) in always finding the larvae in these cells. The following account of larval biology in the gall of *D. eglanteriae* is taken from this author (1945). "... the larvae [of *E. rosae*] were found on the inner wall of the chamber, at the same time as the *Periclistus* larvae, but they were not seen to attack them. Later still, when the *Periclistus* larvae were sunk in the pits, these other larvae were observed entering the pits and devouring the *Periclistus* larvae, and as the pits became closed in they were found tearing down the walls to get at the occupants and even biting a way from one cell to another".

Our findings agree exactly with this account. The larvae of *E. rosae* probably actually eat the gall tissue as does *E. brunniventris* (*vide* below).

On two occasions, one of us (R.R.A.) has been able to introduce female *E. rosae* to freshly gathered oak galls. A female, put with a single gall of *Andricus curvator* HARTIG in a small (1 1/2" × 3/8") glass tube, examined the gall with its antennae and pricked it with its ovipositor, but laid no eggs in it. Another female, put into a glass-topped box (4" × 4" × 1") with three galls of *Neuroterus quercus-baccarum* (L.) and one of *Biorhiza pallida* (OLIVIER), showed no interest in them. *E. brunniventris* in similar conditions will generally oviposit.

The NEES collection is largely destroyed and there is no known type material of *E. rosae*. However, the original host record, "*Habitat... in gallis parvis globosis..., quae prima aestate in pagina inferiori foliorum Rosae centifoliae.....*", leaves no doubt as to its identity.

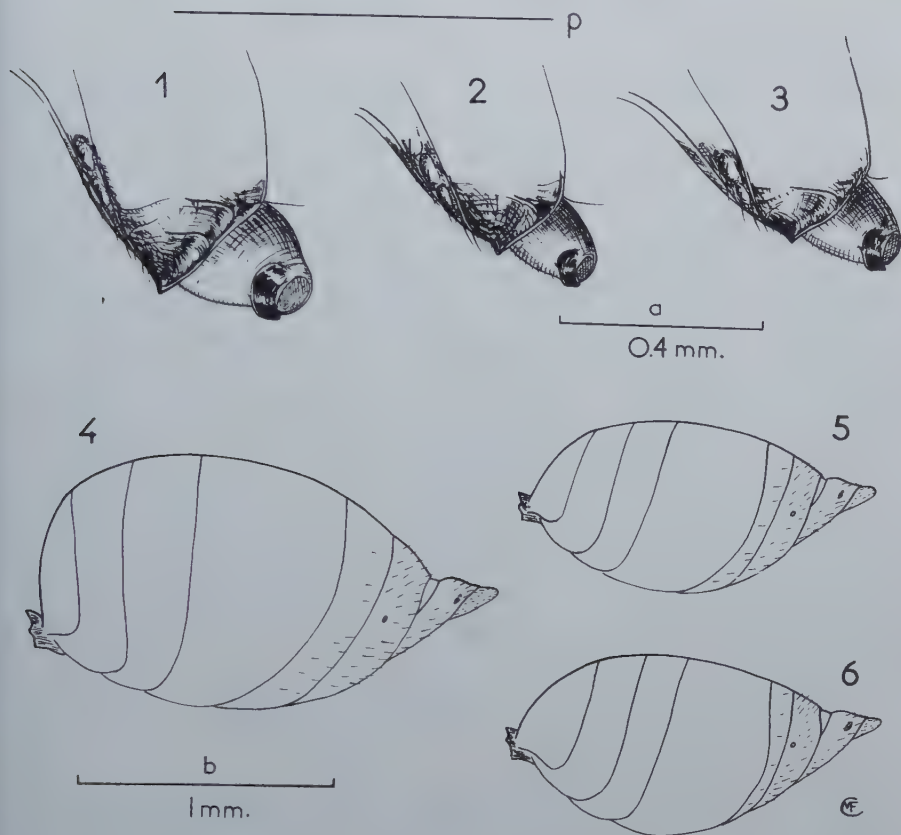


FIG. 1-3 (to scale a). Mesepisternum and mid coxa, in lateral view, of — 1, *Eurytoma rosae* NEES; 2, *E. curculionum* MAYR; 3, *E. centaureae* sp. nov. (p - plane of thoracic dorsal surface.)

FIG. 4-6 (to scale b). Female gaster, in lateral view, of — 4, *E. rosae*; 5, *E. centaureae*; 6, *E. acidulata* RATZ.

### *Eurytoma brunniventris* RATZEBURG

1852, *Eurytoma brunniventris* RATZEBURG, *Ichn. Forstinsect.*, 3 : 221.

We have been unable to find any adult morphological characters which will reliably separate *E. brunniventris* from *E. rosae* NEES. MAYR (*loc. cit.*) included it as *E. rosae*. The mesepisternum, mid-coxal lamella and gaster are as in *E. rosae*.

Unlike *E. rosae*, the egg of *E. brunniventris* (fig. 8) has the chorion closely covered with short, simple spines (as described for "*E. rosae*" bred from oak-galls by PARKER, 1924). We have seen these spines in a large number of eggs taken from different oak galls, and they show very little variation. However, they are not present in ovarine eggs.

The functional significance of the spines is not obvious. The chorion is dark pigmented as in *E. rosae*.

The distinctive eggs and the biological differences mentioned below, convince us that *E. rosae* and *E. brunniventris* are good species.

**BIOLOGY.** (\*R.R.A.) The species attacks Cynipid galls on oak, from a wide selection of which it has been reared. We have seen specimens bred from galls of the following species: *Biorhiza pallida* (OLIV.) [R.R.A., H. VON ROSEN], *Andricus kollari* (HTG.) [M.F.C., M.N., R.R.A.], *A. testaceipes f. sieboldi* (HTG.) [M.N.], *A. ostreus* (HTG.) [M.N., R.R.A.], *A. inflator f. globuli* (HTG.) [R.R.A.], *A. curvator* HTG. [M.N., R.R.A.], *A. callidoma* (HTG.) [R.R.A.], *A. albopunctatus* (SCHLECHT.) [R.R.A.], *A. solitarius* (FONSC.) [R.R.A., M.N.], *Cynips quercus-folii* L. [M.F.C., M.N., R.R.A.], *C. longiventris* HTG. [M.F.C., M.N., R.R.A.], *C. divisa* HTG. [M.F.C., M.N., R.R.A.], *C. disticha* HTG. [R.R.A.], *Neuroterus tricolor* (HTG.) [R.R.A.], *N. albipes* (SCHENCK) [R.R.A.], *N. quercus-baccarum* (L.) [R.R.A.], *N. quercus-baccarum f. lenticularis* (OLIV.) [F. WALKER], *N. numismalis f. vesicator* (SCHLECHT.) [M.N., R.R.A.]. MAYR (1878) lists forty-nine European species of oak Cynipid galls as hosts of "*E. rosae*", and the only galls which seem to escape attack are those which form very early in the year before the first emergence of *E. brunniventris*.

The adults emerge earlier than do those of *E. rosae*. Of 66 reared from oak galls in an unheated greenhouse in 1958, 56 emerged in May, 9 in April, and only 1 in June.

The voltinism of this species also differs from that of *E. rosae*. Instead of having a single generation in a year, with a partial second, it has a series of four or five generations throughout the year (fig. 10). It first appears in the field during May, having emerged from its winter hosts (galls of *Cynips* spp., *A. kollari*, *A. ostreus*, etc.), and attacks the spring galls of *N. quercus-baccarum*, *N. numismalis f. vesicator*, *A. curvator*, etc. The emergence of *E. brunniventris* from these galls takes place at about the beginning of July, and then the species goes through one or two generations on galls of *Cynips* spp., *A. kollari*, *A. ostreus*, etc., before attacking the same hosts in August and September to produce the overwintering generation.

Unlike *E. rosae*, the larvae of *E. brunniventris* are not confined to one type of cell in oak galls. In the spring galls of *N. quercus-baccarum*, *N. tricolor*, and *N. numismalis f. vesicator*, they are most often found attacking *Synergus* larvae, which like the *Periclistus* in *Diptolepis* galls often make subsidiary cells. This is probably because most of the gall-making Cynipids have emerged by the time the first generation of *E. brunniventris* is in flight, so that the inquilines alone are still available. Even so, I have sometimes found late larvae of *N. tricolor*, and pupae of *N. quercus-baccarum* attacked by *E. brunniventris* larvae. The species' independence of *Synergus* is well demonstrated in galls of *C. divisa*. These



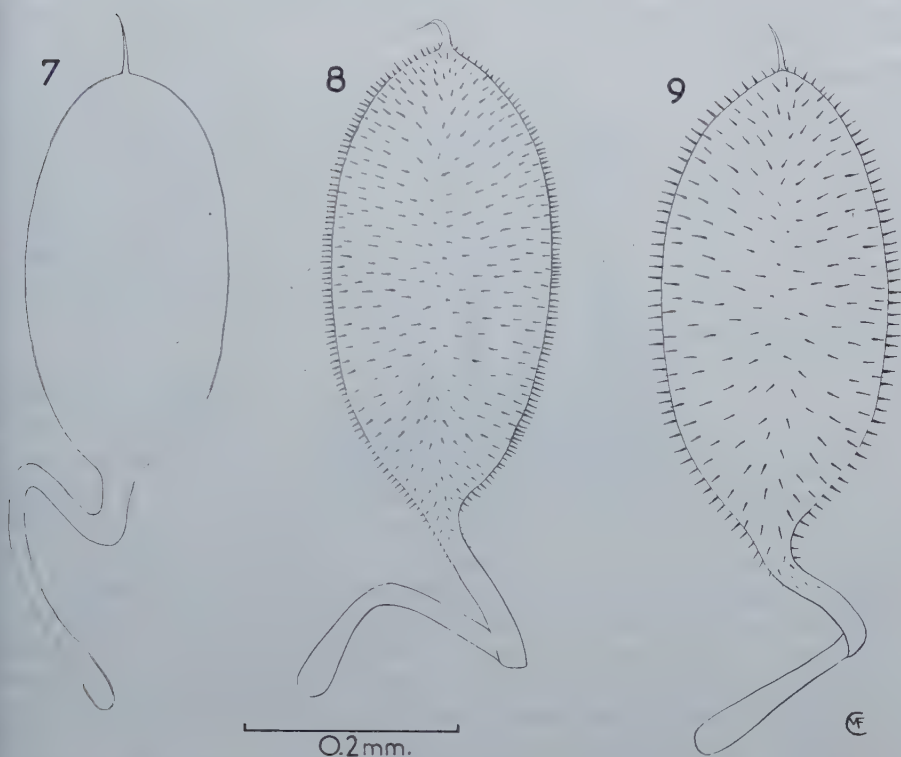


FIG. 7-9. Eggs of — 7, *E. rosae* NEES; 8, *E. brunniventris* RATZ.; 9, *E. centaureae* sp. nov. All reconstructed from egg shells.

galls are just appearing at the beginning of July during the *E. brunniventris* emergence from spring galls, and they are heavily attacked. The eggs are laid in the central gall chamber, usually singly, and the first instar larvae attack the wall of the chamber. The young *Cynips* larva (first or second instar) is generally left untouched until the *Eurytoma* is in its second instar, after which there is rarely any trace of it. The *Eurytoma* completes its development by feeding on the substance of the gall, and the small *Cynipid* larva must form only a little of its predominantly vegetable diet. It is interesting to note that when a female *E. brunniventris* oviposits in galls containing bigger larvae it paralyzes them with its ovipositor, but the young *Cynips* larvae are not so dealt with and they remain active until eaten by the *Eurytoma* larvae. I have occasionally found healthy *C. divisa* larvae in their third or fourth instars with eggs of *E. brunniventris* which had failed to hatch.

The extent to which *E. brunniventris* larvae subsist on gall tissue is variable, and sometimes it seems that very little, if any, is eaten. I have found *E. brunniventris* pupae in the apparently intact, extre-

mely thin-walled, inner gall of *A. curvator*, although nearly always this is partly destroyed.

BLAIR (1946) in discussing the inhabitants of the gall of *A. kollari*, mentions that he has found no sign of the larvae breaking through from one *Synergus umbraculus* (OLIV.) cell to another. I have found larvae breaking through only occasionally, though some of the gall tissue surrounding the cell is usually eaten. It is worth noting that the cells of the *Synergus* are more scattered than those of *Periclistus* in galls of *Diplolepis*. Blair goes on to say that one may suspect that the *Eurytoma* attacking oak galls is "at least a race distinct" from that inhabiting rose galls!

I have conducted some preliminary mating experiments with *E. rosae* and *E. brunniventris*. Insects of each species were found to mate readily with others of the same species when confined in a small glass tube. However in experiments using a male *E. brunniventris* and a female *E. rosae*, the male usually ignored the female. On one occasion, after nearly an hour together, the male mounted the female, but on attempting copulation was rejected. After such experiments, the male would copulate immediately with an introduced virgin female *E. brunniventris*, when still in the presence of the female *E. rosae*. These experiments in our view confirm the specific status of *E. rosae* and *E. brunniventris* since they indicate the presence of a mating barrier between the two forms.

I have found *E. brunniventris* larvae attacking the following Chalcidoids in oak galls: *Torymidae* — *Syntomaspis cyanea* (BOH.) (*C. divisa*, *C. longiventris* galls), *Torymus cingulatus* NEES (*C. divisa*, *C. longiventris* galls). *Eurytomidae* — *Eudecatoma biguttata* (SWEDERUS) (*C. quercus-folii* galls). *Pteromalidae* — *Caenacis divisa* WALK. (*A. albopunctatus* gall), *Mesopolobus tibialis* (WESTW.) (*A. albopunctatus* gall). I have found it attacking its own species in *C. divisa* and *A. ostreus* galls.

The following species of *Synergus* in oak galls are also attacked: *Synergus pallicornis* HTG. (*C. divisa*, *C. folii*, *C. longiventris* galls), *S. umbraculus* (OLIV.) (*A. kollari* galls), *S. reinhardi* MAYR (*A. kollari* galls), *S. albipes* HTG. (*N. quercus-baccarum*, *N. numismalis* f. *vesicator*, *C. divisa*, *A. ostreus* galls), *S. gallae-pomiformis* (FONSC.) (*N. quercus-baccarum*, *A. albopunctatus* galls), *S. nervosus* HTG. (*A. ostreus*, *A. curvator* galls). The nomenclature of EADY (1952) has been used in naming the *Synergus*.

These host lists will doubtless be greatly extended.

No type material of RATZBURG's species is available, but MAYR (*loc. cit.*) recognized *brunniventris* as a synonym of "*E. rosae*" and the original host record... "*aus Cynips-Gallen von Eichen erzogen.*" (RATZBURG, 1852) enables us to use the name for this species.

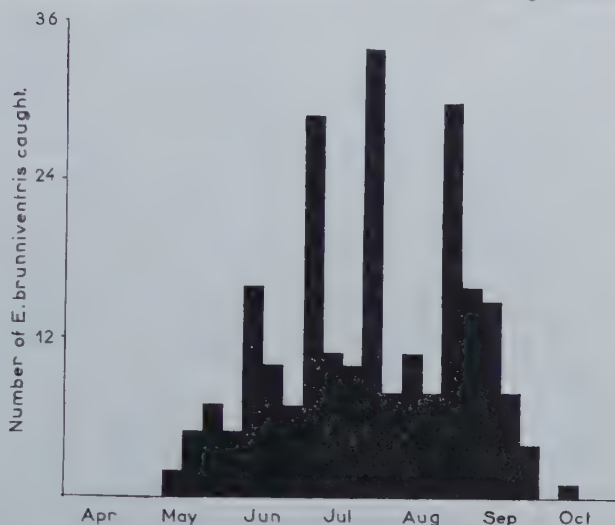


FIG. 10. Captures of *E. brunniventris* in Wytham Wood, Berkshire, in quarter month periods between September, 1957, and August, 1959.

***Eurytoma curculionum* MAYR (\*M.F.C.)**

1878, *Eurytoma curculionum* MAYR, *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, 28 : 314-315.

MAYR (*loc. cit.*) separates *E. curculionum* from "*E. rosae*" mainly on the shorter marginal vein of the former ("*Ramus marginalis so lang oder wenig länger als der Ramus stigmaticus...*"). In bred series the marginal vein is very variable in length and often as long as one and a half times the length of the stigmal vein, the length which Mayr gives for "*E. rosae*" ("*..... meistens 1 1/2 mal so lang als der Ramus stigmaticus...*").

All specimens which I have examined have a distinct lamella on the mid-coxa as in *E. rosae*. The mesepisternum in lateral view (fig. 2) in most specimens is rather more distinctly excised ventrally before the mid-coxal insertion, and makes a more acute angle with the plane of the thoracic dorsum. This is the only adult morphological character on which I have been able to place any reliance in separating *E. curculionum* from *E. rosae* and *E. brunniventris*.

Unfortunately we have no information on the egg structure of *E. curculionum*.

Though further studies are required, it is very probable that *E. curculionum* is a good species.

BIOLOGY. Neither of us have personal experience of rearing this species, but I have seen British specimens bred from *Apion* species in stems of *Rumex* [O. W. RICHARDS collection]. I have also seen

specimens bred from *Lixus scabricollis* BOH. (*Curculionidae*) [Novi Sad, Yugoslavia; M. SLOBODAN] and from *Ceuthorhynchus verrucatus* GYLL. [France; O. W. RICHARDS collection]. Published records also confirm that the species attacks a number of Coleopterous species, the larvae of which feed within plant material.

I have been able to examine three female and four male syntypes of *E. curculionum* from the MAYR collection, Naturhistorisches Museum, Vienna, through the kindness of Dr. M. BEIER. One pinned female, mounted together with two males, is here selected as lectotype. The pin carries the labels "Collect. G. MAYR", "*Eur. curculionidarum*" [*sic*], and "Cleop. Camp Sept 74" ["... *Cleopus Campanulae* L., lebte, ferner 10 Exemplare in September..."].

***Eurytoma centaureae* sp. nov. (\*M.F.C.)**

*E. centaureae* differs from *E. rosae* in its smaller size (maximum length of female 2.9 mm.); more acute angle between mesepisternum and plane of dorsum, and mesepisternum less distinctly toothed before the mid-coxa (fig. 3); and slightly more elongate gaster (fig. 5). There is usually a distinct lamella on the mid-coxa, although this may be difficult to see.

The egg of *E. centaureae* (fig. 9) resembles that of *E. brunniventris* in its spined, dark pigmented chorion, but the spines are relatively larger and relatively more sparsely distributed.

**BIOLOGY.** I have reared long series of this species from cells of *Phanacis centaureae* FÖRST. (*Cynipidae*) in the stems of *Centaurea* species. The larvae attack the inhabitants of the cells, usually the *Phanacis* itself, though they may often act as hyperparasites. Each larva feeds ectophagously on its host and afterwards attacks the walls of the larval cell, but only superficially, never much enlarging the cell or breaking out of it (*cf. E. rosae*, above). In Britain, the adults emerge usually during June, and there is no evidence of even a partial autumn emergence.

The morphological characters, though small, the structure of the egg and biological data leave no doubt that *E. centaureae* is a good species distinct from *E. rosae* and *E. brunniventris*.

**MATERIAL STUDIED.** England. Berkshire: Cothill, 18 ♀♀, 16 ♂♂ [M.F.C.] (1 ♀ Holotype). Buckinghamshire: Bledlow Ridge, 5 ♀♀, 3 ♂♂ [M.F.C.]. Oxfordshire: near Islip, 1 ♀, 1 ♂; near Yarnton, 2 ♀♀, 3 ♂♂ [M.F.C.]. All above bred from cells of *Phanacis centaureae*. Cambridgeshire: Teversham Fen, 6 ♀♀, 2 ♂♂ [G. C. VARLEY] bred from stems of *Centaurea scabiosa* L. Suffolk: Barton Mills, 1 ♀, 1 ♂ [G. C. VARLEY] bred from cells of *Phanacis centaureae*.

The female holotype and ten paratypes, together with a slide of an egg shell, will be deposited in the Hope Department of Entomology, University Museum, Oxford.



***Eurytoma aciculata*** RATZBURG (\*M.F.C.)

1848, *Eurytoma aciculata* RATZBURG, *Ichn. Forstinsect.*, 2: 177.

*E. aciculata* is very close to *E. centaureae* sp. nov., from which it differs only in its slightly longer gaster (fig. 6) and lack of the mid-coxal lamella which latter is usually present in *E. centaureae*.

The egg of *E. aciculata* is quite unlike that of *E. centaureae*, the chorion being hardly pigmented and without any surface sculpture or spines (cf. fig. 7).

Thus, though very similar in adult morphology, *E. aciculata* and *E. centaureae* have quite distinctive egg shells.

BIOLOGY. *E. aciculata* has been recorded from various Nematine sawfly galls on *Salix* species. I have bred a long series in Britain from galls of *Pontania viminalis* (L.) on leaves of *Salix purpurea* L. The larvae are ectoparasitic and show only a very slight tendency to attack the walls of the gall in which they have been feeding parasitically. It is likely that there are two generations each year.

***Eurytoma hypochoeridis*** sp. nov. (\*M.F.C.)

*E. hypochoeridis* is very close to *E. rosae* NEES in adult morphology. The female gaster is rather more elongate, and the hairs of the basal and posterior parts of the disc of the forewing are white. Only the apical part and anterior edge of the forewings are clothed with dark hairs. It is uncertain whether this colour character is constant, but in the short series available it is very obvious.

The egg of *E. hypochoeridis* is almost identical with that of *E. brunniventris* (cf. fig. 8) being thickly clothed with short spines.

BIOLOGY. I have bred a short series of this species from Cynipid galls of *Aulacidea hypochoeridis* (KIEFFER) in stems of *Hypochoeris radicata* L. The larvae behave in the same way as those of *E. centaureae* and it is likely that there is only a single generation each year.

Though the characters separating *E. hypochoeridis* from *E. rosae* are very slight, by analogy with *E. centaureae* there is little doubt of its specific status.

MATERIAL STUDIED. All bred from galls of *Aulacidea hypochoeridis*. England. Oxfordshire: Shotover, near Oxford 3 ♀♀, 5 ♂♂ [M.F.C.] (1 ♀ Holotype).

The female holotype, together with a slide of an egg shell, will be deposited in the Hope Department of Entomology, University Museum, Oxford.

TABLE 1: Summary of differences between six species of the *E. rosae* aggregate.

	EGG CHORION		HOSTS	ADULT CHARACTERS		
	Dark	Spiny		Mesepisternum	Mid coxal lamella	♀ Gaster
<i>E. rosae</i> NEES .....	+	—	<i>Periclistus</i> spp. in <i>Diplolepis</i> galls on <i>Rosa</i> spp.	fig. 1	+	fig. 4
<i>E. brunniventris</i> RATZ....	+	+	Cynipid galls on <i>Quercus</i> spp.	cf. fig. 1	+	cf. fig. 4
<i>E. curculionum</i> MAYR ..	?	?	Coleopterous larvae within plant material	fig. 2	+	cf. fig. 4
<i>E. centaureae</i> sp. nov. ..	+	+	<i>Phanacis centaureae</i> in stems of <i>Centaurea</i> spp.	fig. 3	±	fig. 5
<i>E. aciculata</i> RATZ. ....	—	—	Nematine and possibly other galls on <i>Salix</i> spp.	cf. fig. 3	—	fig. 6
<i>E. hypochoeridis</i> sp. nov.	+	+	<i>Aulacidea hypochoeridis</i> in stems of <i>Hypochoeris</i> .	cf. fig. 1	+	cf. fig. 4

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out whilst we were both working in the Hope Department of Entomology, University Museum, Oxford, under research studentships of the Department of Scientific and Industrial Research.

We should like to express our thanks to Prof. G. C. VARLEY, Dr. M. W. R. DE V. GRAHAM and Mr. G. R. GRADWELL for kindly reading the manuscript of this paper. We should like also to thank Mr. M. NIBLETT, who has given to us personally and also to the Hope Department, much of his fine collection of bred *Cynipidae* and their parasites, and also for his continual willingness to help us in any way. Finally we wish to thank Dr. M. BEIER, Naturhistorisches Museum, Vienna, for the loan of MAYR's type material, and Dr. G. L. REED for preparing the German translation of our summary.

## SUMMARY

In the introduction we emphasize the importance of biological data in the taxonomy of the *Chalcidoidea*. There follow comparative descriptions of six species of *Eurytoma*, attributed by us to the *E. rosae* aggregate, two of which are described as new. The descriptions include biological information, and morphological details of adults and eggs.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Einführung betonen wir die Wichtigkeit biologischer Angaben für die Systematik vieler *Chalcidoidea*. Es folgen vergleichende Beschreibungen von 6 Arten der Gattung *Eurytoma*, die wir der *E. rosae* — Gruppe zuordnen; zwei dieser Arten werden als neu beschrieben. Die Beschreibung schliesst biologische Angaben und morphologische Einzelheiten der Imagines und der Eier mit ein.

## REFERENCES

- BATES, M. — 1940. The nomenclature and taxonomic status of the mosquitoes of the *Anopheles maculipennis* complex. — *Ann. ent. Soc. Am.*, **33**, 343-356.
- BLAIR, K. G. — 1944. A note on the economy of the rose bedeguar gall, *Rhodites rosae* L. — *Proc. S. Lond. ent. nat. Hist. Soc.*, 1943-1944, 55-59.
- 1945. Notes on the economy of the rose-galls formed by *Rhodites* (Hymenoptera, Cynipidae). — *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*, **20**, 26-31.
- 1946. On the economy of the oak marble gall (*Cynips kollari*, HARTIG). — *Proc. S. Lond. ent. nat. Hist. Soc.*, 1945-1946, 79-83.
- BUGBEE, R. E. — 1951. New and described parasites of the genus *Eurytoma* ILLIGER from rose galls caused by species of the Cynipid genus *Diplolepis* GEOFFREY (Hymenoptera: Eurytomidae). — *Ann. ent. Soc. Am.*, **44**, 243-261.
- EADY, R. D. — 1952. A revision of section I (MAYR, 1872) of the genus *Synergus* (Hym. Cynipidae) in Britain, with a species new to science. — *Trans. Soc. Brit. Ent.*, **11**, 141-152.
- FERRIÈRE, C. — 1950. Notes sur les *Eurytoma* (Hym. Chalcidoidea) I. Les types de THOMSON et de MAYR. — *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **23**, 377-410.
- FERRIÈRE, C. & V. DELUCCHI. — 1957. Les Hyménoptères parasites de la mouche des olives. I. Les Chalcidiens de la région méditerranéenne. — *Entomophaga*, **2**, 119-124.
- KLOET, G. S. & W. D. HINCKS. — 1945. A check list of British insects. — Stockport.
- MAYR, G. — 1878. Arten der Chalcidier-Gattung *Eurytoma* durch Zucht erhalten. — *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, **28**, 297-334.
- NIBLETT, M. — 1951. Some notes on the genus *Rhodites* (Hymenoptera, Cynipidae). — *Proc. S. Lond. ent. nat. Hist. Soc.*, 1949-1950, 204-206.
- PARKER, H.-L. — 1924. Recherches sur les formes post-embryonnaires des Chalcidiens. — *Ann. Soc. ent. Fr.*, **93**, 261-379, Plates 1-39.
- RATZBURG, J. T. C. — 1852. Die Ichneumonien der Forstinsecten in forstlicher und entomologischer Beziehung. — 2, Berlin.

(M.F.C. — Department of Zoology, University College,  
Cardiff, Wales; R.R.A. — Hope Department of  
Entomology, University Museum, Oxford.)





# BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE

VON *DIRHICNUS ALBOANNULATUS* (RATZ.) (HYM. CHALCIDIDAE)

ALS GRUNDLAGE EINER MASSENZUCHT

FÜR DIE BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG

VON

A. SZMIDT (\*)

---

## I. Einleitung

Mit der Schlupfwespe *Dirhicnus alboannulatus* (RATZ.) (syn. *Pteromalus alboannulatus* RATZ.) sind, soweit aus der zugänglichen Literatur bekannt, bis jetzt keine Versuche zur Massenzucht oder anderweitigen Nutzung für eine biologische Bekämpfung durchgeführt worden.

Die in den Puppen einiger wichtiger Forstschädlinge, wie *Panolis flammea* SCHIFF. (RATZBURG 1844), *Bupalus piniarius* L. und *Hyloicus pinastri* L. (SACHTLEBEN 1927), schmarotzende Chalcidide scheint aber den anderen wohlbekannten Parasiten in der Bedeutung nicht nachzustehen. Sie gehört zu den Gregärparasiten, welche eine geringere Wirtsdichte benötigen als die Solitärparasiten. Ihre Fruchtbarkeit und Suchfähigkeit sind gross und ihre Lebensdauer lang. Die geringe Ausbreitungsfähigkeit der Wespe lässt ihre Anwendung auch dort zu, wo das Massenauftreten von Schädlingen auf kleine Herde begrenzt ist.

Diese Arbeit versucht, für eine Massenzucht der Wespe die Grundlage zu schaffen.

## II. Material und Methode

Die Versuchstiere von *D. alboannulatus* stammten aus den Puppen der Forleule, die in der Umgebung von Poznań (Polen) im Jahre 1958

(\*) Die Arbeit wurde in der Zeit durchgeführt, in welcher der Verfasser am Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Darmstadt tätig war. Die Einrichtungen des Institutes standen ihm dabei zur Verfügung. An dieser Stelle sei deshalb dem Leiter, Herrn Dr. J. FRANZ gedankt, ferner Herrn Dr. W. STEIN für Überarbeitung des deutschen Textes.

gesammelt worden waren. Der grösste Teil der Versuche wurde im Lichtthermostat unter konstanten Bedingungen durchgeführt (18 Stunden Licht bei 25 °C und 6 Stunden Dunkelheit bei 20 °C; relative Luftfeuchtigkeit 70-80 %). Die Prüfung des Einflusses von anderen Temperaturen fand im Brückenthermostaten statt.

Die Versuche mit Einzeltieren wurden in den mit Watte verschlossenen Reagenzgläsern von 1,5 cm Durchmesser und 16 cm Länge angesetzt, die mit mehreren Individuen in Petrischalen von 9 cm Durchmesser. Als Nahrung für die Wespen diente Honig in kleinen Tropfen. Die Hauptmasse der Wirte, die zur Feststellung der Anforderungen des Versuchstieres dienten, bildeten aus den Gespinsten befreite Wachsmottenpuppen *Galleria mellonella* (L.), die auf der von HAYDAK (1936) beschriebenen Mischung bei 27 °C und 45 % relativer Luftfeuchtigkeit gezogen waren. Die Zucht erfolgte nur in frischen hellen Puppen der Wachsmotte, die höchstens die Verfärbung der Augen zeigten. Die anderen Wirte wurden kurz nach der Verpuppung gesammelt und im Kühlschrank bei ca. 0 °C gelagert.

Über weitere Einzelheiten der angewandten Methode wird an anderen Stellen der Arbeit berichtet.

### III. Anforderungen des Parasiten an Laborverhältnisse

#### 1. GESCHLECHTERVERHÄLTNIS UND LEBENSDAUER DER IMAGINES.

Wie die Versuche gezeigt haben, beträgt der Anteil der Geschlechter bei den Nachkommen befruchteter Weibchen ca. 90 % Weibchen und 10 % Männchen (Tabelle 1). Dabei ist es gleichgültig, ob die Zuchten aus natürlichen oder aus Ersatzwirten stammen.

TABELLE 1 : Geschlechterverhältnis bei *D. alboannulatus* (Lichtthermostat).

ART DER WIRTSUPPEN	ANZAHL DER UNTERSUCHTEN PARASITEN	ANTEIL DER GESCHLECHTER %	
<i>Panolis flammea</i> SCHIFF. .... }	1 000	91,5	8,5
<i>Bupalus piniarius</i> (L.) ..... }			
<i>Hyloicus pinastri</i> (L.) ..... }			
<i>Galleria mellonella</i> (L.) .....	1 000	89,5	10,5

Die Nachkommenschaft der unbefruchteten Weibchen besteht, wie gewöhnlich bei Schlupfwespen, ausschliesslich aus Männchen. Wie bekannt, hängt die Lebensdauer der meisten Parasiten hauptsächlich von der Temperatur und ihrer Ernährung ab. Die Ergebnisse der betreffenden Versuche mit Weibchen von *D. alboannulatus*, die keine Gelegenheit hatten, ihre Eier abzulegen, sind aus den Abbildungen 1 und 2 ersichtlich. In den beiden Versuchen wurden je 100 Tiere geprüft (5 Wiederholungen mit jeweils 20 Individuen).

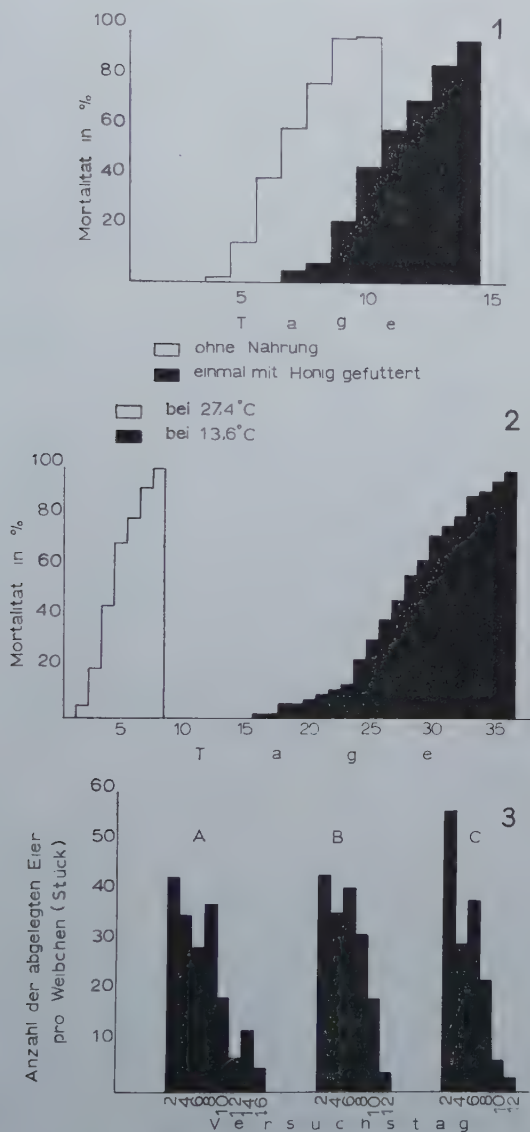


ABB. 1 : Mortalität der Weibchen von *D. alboannulatus* bei 20 °C und 55 % rel. Luftfeuchtigkeit.

ABB. 2 : Mortalität der einmal mit Honig gefütterten Weibchen von *D. alboannulatus*.

ABB. 3 : Durchschnittliche Fruchtbarkeit der Weibchen von *D. alboannulatus*.

A — Ständig gefüttert; pro Weibchen 192,3 Eier.

B — Einmal gefüttert; pro Weibchen 175,4 Eier.

C — Ohne Futter; pro Weibchen 158,0 Eier.

Wenn man diese zwei Diagramme vergleicht, so sieht man, dass eine Abkühlung der Tiere ihre Lebensdauer mehr verlängerte als eine Nahrungsaufnahme. Während bei gleicher Temperatur der Einfluss der Ernährung die ca. 50 %ige Mortalität von 6-7 Tagen auf 10-11 verschiebt (Abb. 1), verzögert bei gleicher Fütterung eine Temperaturerniedrigung von 27,4 °C auf 13,6 °C dieselbe Mortalität um ca. 23 Tage (Abb. 2). Es muss aber betont werden, dass die mit Honig verlängerte Lebensdauer nur verhältnismässig geringen Einfluss auf die Fruchtbarkeit ausübt. Diese Tatsache ergibt sich aus den Versuchen, die teilweise in der Abbildung 3 dargestellt sind. In diesen Versuchen betrug die durchschnittliche Lebensdauer von je 30 Weibchen im Lichtthermostat bei ständig gefütterten Wespen 29,8 Tage und bei ungefütterten 10,6 Tage, während die Fruchtbarkeit von 192,3 Eiern auf 158,0 Eier herabgesenkt war. Also hatte eine Lebensverlängerung um 181,1 % nur eine Erhöhung der Fruchtbarkeit um 21,7 % verursacht. Diese Erscheinung wird verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Wespen sich zusätzlich von der beim Anstechen ausgetretenen Hämolymphe der Wirtspuppe ernähren können. Dieser Vorgang wurde oft beobachtet.

Jedenfalls bewährt sich aber, vom Standpunkt der Massenzucht, die Fütterung der Wespen, und zwar nicht nur während der Lagerung bei tieferen Temperaturen, sondern auch bei der Vermehrung. Der Aufwand an Arbeit und Futter ist nämlich ganz unbedeutend und steht in keinem Verhältnis zur Steigerung der Fruchtbarkeit.

## 2. FRUCHTBARKEIT.

Um die Fruchtbarkeit der Weibchen von *D. alboannulatus* zu ermitteln, wurden die frisch geschlüpften, begatteten Individuen einzeln in Reagenzgläsern im Lichtthermostat angesetzt und täglich mit einer Puppe von *G. mellonella* versorgt, so dass die Puppe nur 24 Stunden parasitiert werden konnte.

Die Ergebnisse, die in Abbildung 3 dargestellt sind, zeigen, dass die Gesamtfruchtbarkeit pro Weibchen, je nach Häufigkeit der Fütterung zwischen ca. 160 und 190 Nachkommen schwankt. Ausserdem ist es interessant, dass die Eiablage periodisch verläuft und bei den regelmässig gefütterten Wespen 3 Gipfel, bei den einmal- und nicht-gefütterten Individuen dagegen nur 2 Gipfel aufweist. Dieser Verlauf der Eiablage lässt eine entsprechende Dosierung der Wirtspuppen je nach ihrer Ergiebigkeit und je nach der angewandten Massenzuchtmethode (FLANDERS 1949) zu.

Beispiel: Es stehen Wirtspuppen zur Verfügung, die mit Rücksicht auf ihre Entwicklungsgeschwindigkeit nur während der ersten 6 Tage erfolgreich parasitiert werden können und in denen sich durchschnittlich jeweils 40 Nachkommen des Parasiten entwickeln. Wird eine Massenzuchtmethode mit *D. alboannulatus* angewandt, bei der die Weibchen 12 Tage lang Gelegenheit haben, ihre Wirte anzustechen, wodurch eine fast vollkommene Ausnutzung des Weibchens gewähr-



leistet ist, so muss auf Grund der Abbildung 3 das Verhältnis der Puppen zur Zahl der Parasitenweibchen in den ersten 6 Tagen 2,5 : 1 und in den letzten 6 Tagen 1,75 : 1 sein.

Überschuss oder Mangel an Wirtspuppen sind zu vermeiden. Wenn bei einem Mangel an Wirten die Zahl der geschlüpften Parasiten auf Grund des Hyperparasitismus auch nicht allzu rasch sinkt, so nimmt aber die Grösse der Individuen beträchtlich ab, was sich vermutlich auf die allgemeine Leistungsfähigkeit der Parasiten auswirkt. Stehen dem einzelnen Weibchen zu viel Wirtspuppen zur Verfügung, so kommt es oft vor, dass in den Puppen, die nur mit einigen Eiern belegt waren, die Larven der Parasiten zugrunde gehen, weil sie sich nicht in der unverbrauchten Hämolymphe verpuppen können.

Es zeigte sich auch, dass der grösste Teil der ständig mit Honig gefütterten Weibchen nach dem Ablegen ihres ganzen Eivorrats noch weiter lebten und noch vorhandene Puppen anstachen. Dabei wird die Puppe getötet, obwohl keine Eiablage mehr stattfindet. Eine Berechnung auf Grund der in Abbildung 3 dargestellten Versuche, bei denen die Weibchen bis zum Ende ihres Lebens mit frischen Puppen versorgt waren, ergab, dass die gefütterten Weibchen 64 % Puppen mehr anstachen als ungefütterte. Dennoch war die Anzahl der abgelegten Eier nur um 21,7 % erhöht.

Obwohl diese Erscheinung vom Standpunkt der Wirksamkeit des Parasiten im Freien gesehen einen gewissen Vorteil mit sich bringt, muss man sie in den Laborzuchten als Nachteil betrachten, weil in diesem Falle die durchschnittliche Zahl der Nachkommen pro Wirtspuppe beträchtlich erniedrigt wird.

### 3. ENTWICKLUNGSDAUER.

Um den Einfluss einzelner Faktoren auf die Entwicklungszeit der Parasiten vom Ei bis zur Imago festzustellen, wurden in jeder Versuchsreihe die Nachkommen von 20 einzelnen Weibchen (jedes Weibchen mit 2 Puppen) geprüft. In den Tabellen 2 und 3 sind die Ergebnisse als Durchschnittszahlen angegeben. Es zeigte sich, dass unter den angegebenen Bedingungen die einzelnen geprüften *Wirtsarten* keinen nennenswerten Einfluss auf die Entwicklungsdauer ausübten (Tab. 2). Auch die relative *Luftfeuchtigkeit* spielte keine Rolle bei der Entwicklungsdauer von *D. alboannulatus*, was man aus der Tab. 3 eindeutig ablesen kann.

TABELLE 2 : Entwicklungsdauer von *D. alboannulatus* in verschiedenen Wirten (Lichtthermostat).

WIRT	ENTWICKLUNGSDAUER IN TAGEN		
	Durchschnitt	Minimum	Maximum
<i>B. piniarius</i> (L.) .....	25,1	22,0	29,0
<i>G. mellonella</i> (L.) .....	26,4	22,0	34,0
<i>M. neustria</i> (L.) .....	25,0	23,0	32,0

TABELLE 3 : Entwicklungsdauer von *D. alboannulatus* bei verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten. Wirt: *G. mellonella* (Lichtthermostat).

Relative Luftfeuchtigkeit (%)	95	78	45
Durchschnittliche Entwicklungsdauer in Tagen . . . . .	26,0	25,6	26,4

Dagegen wirken die *Temperaturen* auf die Entwicklungsdauer entscheidend ein. Bei der Darstellung der betreffenden Abbildung 4 wurden nur die kürzesten Entwicklungszeiten aufgenommen, weil manche Individuen nicht gleich am ersten Tag die angebotenen Wirte mit Eiern belegten. Dadurch tritt eine verspätete Eiablage einzelner Weibchen (jeweils wurden 20 Weibchen geprüft) nicht in Erscheinung. Die Kurve der Entwicklungsgeschwindigkeit wurde auf Grund von Versuchen bei 5 Temperaturstufen im Bereich zwischen 27,2 °C und 16,7 °C gezeichnet.

Auch die Entwicklungszeit der einzelnen Stadien ist für eine eventuelle Massenzucht der Parasiten von besonderem Interesse. Durch Sektion parasitierter Puppen konnte festgestellt werden, dass bei einer 26-tägigen Entwicklungsdauer auf das Ei 1,5, auf das Larvenstadium 18,0 und auf die Puppenruhe 6,5 Tage entfallen. Die Entwicklungszeiten der einzelnen Stadien verhalten sich also wie 1 : 12 : 4,3.

Die Arbeit befasst sich nicht mit dem Problem der Diapause, weil unter den Bedingungen der durchgeführten Versuche diese Erscheinung nicht auftrat, obwohl bei einzelnen Zuchten unter ungünstigen Bedingungen ein geringer Teil der erwachsenen Parasitenlarven in Diapause fiel. Versuche, diesen Zustand durch tiefe und hohe Temperaturen abubrechen, blieben erfolglos.

#### IV. Die Aussichten für eine Massenzucht

Für eine Massenzucht ist es oft wichtig, viele verschiedene Wirte verwenden zu können. In Tabelle 4 sind bisher bekannte und in den Versuchen neu festgestellte Wirte von *D. alboannulatus* zusammengefasst. Es ist dabei wichtig, dass in allen Fällen die aus verschiedenen Wirtspuppen gezüchteten Parasiten ohne weiteres ihre Hauptwirte parasitieren könnten.

Wenn man die entfernte systematische Verwandtschaft von einzelnen Wirten berücksichtigt, kann man annehmen, dass die wirkliche Wirtsliste viel umfangreicher ist. Man hat es hier also, wenigstens unter Laborverhältnissen, mit einer polyphagen Art zu tun. Misserfolge bei der Parasitierung von manchen Wirten sind oft Abwehrreaktionen des Wirtes zuzuschreiben. So werden z.B. am Boden des Zuchtgefäßes angeklebte *M. neustria* - Puppen (ohne Gespinste) in erheblich höherem Prozentsatz als freiliegende parasitiert, weil dadurch die kräftigen Abwehrbewegungen dieses Wirtes ausgeschaltet werden.

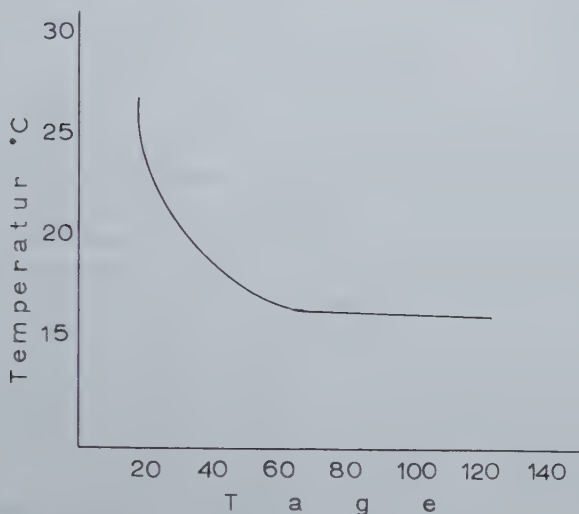


ABB. 4 : Entwicklungsdauer von *D. alboannulatus* bei verschiedenen Temperaturen.

TABELLE 4 : Zusammenstellung der Wirte von *D. alboannulatus*.

WIRTE	VERLAUF DER PARASITIERUNG
A. Bisher festgestellte Wirte (nach ZOEBELEIN 1955)	
<i>Panolis flammea</i> SCHIFF. ....	normal
<i>Boarmia bistortata</i> GOEZE ....	»
<i>Ellopija prosapiaria</i> L. ....	»
<i>Bupalus piniarius</i> (L.) ....	»
<i>Hematurga atomaria</i> L. ....	»
<i>Sphinx pinastri</i> L. ....	»
B. Zusätzlich in der Arbeit geprüfte Wirte.	
<i>Galleria mellonella</i> (L.) ....	normal
<i>Ephestia kuehniella</i> ZELL. ....	»
<i>Malacosoma neustria</i> (L.) ....	»
<i>Tmetocera lariciana</i> (HEIN.) ....	»
<i>Pieris brassicae</i> (L.) ....	die Larven können sich nicht voll entwickeln.
<i>Pieris rapae</i> (L.) ....	»
<i>Musca domestica</i> L. ....	»

Für die Massenzucht spielt vor allen Dingen die Beschaffung von Wirten eine entscheidende Rolle. Hier bestehen die zwei Möglichkeiten, entweder die Wirte im Freien zu sammeln oder sie im Labor zu züchten.

Die Gelegenheit des Sammelns bietet sich bei solchen Wirten wie *P. flammea*, *B. piniarius*, *M. neustria*, deren mehr oder weniger zahlreiches Auftreten sehr oft beobachtet wird. Ausserdem kann das in den Kiefernwaldgebieten jährlich regelmässig im Herbst durchgeführte Probesuchen nach Bodeninsekten auch eine Basis für die Massenzucht des Parasiten bilden.

Ist die Beschaffung von Wirtspuppen im Freiland nicht möglich, so müssen die Wirte im Laboratorium gezüchtet werden. Hier stehen uns aber wegen der Schwierigkeiten der Zucht der anderen Wirte nur *E. kuehniella*, *G. mellonella* und eventuell *M. neustria* zur Verfügung. Von diesen Arten muss man im voraus die *Ephestia*-Puppen wegen ihrer geringen Ergiebigkeit ausschalten (Tabelle 5). Bei der relativ leichten Massenzucht von *G. mellonella* stösst man auf die Schwierigkeiten der mechanischen Befreiung der Puppen aus ihren harten Gespinsten, wobei die zarten Puppen oft beschädigt werden. Wegen dieser Zerstörungsgefahr und wegen des grossen Zeitaufwandes musste hier eine chemische Methode zur Befreiung angewandt werden, wie sie bei der Massenzucht von *Macrocentrus ancylivorus* ROH. (BARTLETT & MARTIN 1945) bekannt ist. Wie Vorversuche gezeigt haben, lassen sich bei Anwendung einer 3 %igen Lösung von NaOCl die *Galleria* - Puppen unbeschädigt aus den sauberen Gespinsten in 3 bis 5 Minuten befreien.

TABELLE 5 : Ergiebigkeit von verschiedenen Wirtspuppen.

WIRTE	ANZAHL DER GEPRÜFTEN WIRTSPUPPEN	VERHÄLTNIS DER PUPPEN ZU <i>D. alboannulatus</i>	ANZAHL DER NACHKOMMEN durch- schnittlich	Maximum
<i>H. pinastri</i> (L.).....	50	1 : 2	180	285
<i>M. neustria</i> (L.).....	30	1 : 2	130	270
<i>P. flammea</i> SCHIFF. ....	50	2 : 1	42	63
<i>B. piniarius</i> (L.).....	50	2 : 1	30	52
<i>G. mellonella</i> (L.).....	50	2 : 1	40	85
<i>E. kuehniella</i> ZELL. ....	30	3 : 1	6	11

Die Zucht von *M. neustria* ist, wie aus noch nicht veröffentlichten Versuchen des Institutes für biologische Schädlingsbekämpfung in Darmstadt ersichtlich, auch nicht sehr kompliziert. Ein Nachteil bildet hier die Diapause der Eier, welche eine kontinuierliche Zucht verhindert. Dagegen bietet die mechanische Befreiung der Puppen aus den lockeren Gespinsten keine Schwierigkeit.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass die Ergiebigkeit des Wirtes streng mit dem Alter der Puppen verbunden ist. In den Puppen, in welchen die Entwicklung des Falters schon fortgeschritten ist, können Parasitenlarven lediglich den flüssigen Inhalt des Abdomens ausnutzen, während die in anderen Körperteilen abgelegten Parasiten-eier zugrunde gehen.

## V. Zusammenfassung

*D. alboannulatus* (RATZ.) ist ein häufiger Parasit von *P. flammea* SCHIFF. und *B. piniarius* (L.). Da bisher noch keine Arbeiten über seinen Einsatz zur biologischen Bekämpfung bekannt sind, sollte in den durchgeführten Untersuchungen die Möglichkeit einer Massenzucht im Laboratorium geprüft werden.



Es zeigte sich, dass die Wespe wenig spezialisiert ist. Der Parasit konnte in Puppen von 10 Lepidopteren-Arten gezüchtet werden, davon sind 4 bis jetzt in der Literatur nicht angegeben. Die Lebensdauer der Imagines lässt sich bei Anwendung von niedrigen Temperaturen wesentlich verlängern, was eine Ansammlung von Individuen ermöglicht. Bei günstigen Bedingungen legt ein Weibchen durchschnittlich über 190 Eier. Die Entwicklungsdauer ist ausschliesslich von der Temperatur abhängig und beträgt bei 27,2 °C 18 Tage.

Alle diese Eigenschaften erleichtern eine Massenzucht des Parasiten und seine eventuelle Ausnutzung in der biologischen Bekämpfung.

### SUMMARY

*D. alboannulatus* (RATZ) is a frequent parasite of *P. flammea* SCHIFF. and *B. piniarius* (L.); its mass production in the laboratory was therefore investigated.

The species is not very specialized. It could be bred in the pupae of 10 species of lepidoptera, 4 of which were not yet known from literature. The adult life may be prolonged by low temperatures without loss of viability; a female deposits under favourable conditions about 190 eggs; the development is completed in 18 days at 27,2 °C. All these properties facilitate the mass production of the parasite in the laboratory and its possible use for biological control.

### LITERATURVERZEICHNIS

- BARTLETT, B. R. & H. MARTIN. — 1945. A chemical method for freeing cocoons of *Macrocentrus ancylivorus* from tuber moth cocoons. — *Jour. Econ. Ent.*, **38**, 120.
- FLANDERS, S. E. — 1949. Culture of entomophagous insects. — *Canad. Ent.*, **81**, 257-274.
- HAYDAK, M. H. — 1936. Is wax a necessary constituent of the diet of wax moth larvae? — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **29**, 581-588.
- RATZBURG, K. — 1844. Die Ichneumoniden der Forstinsekten. — Berlin.
- SACHTLEBEN, H. — 1927. Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule *Panolis flammea* SCHIFF. und ihrer Parasiten. — *Arb. Biol. Reichsanst.*, **15**, 437-536.
- ZOEBELEIN, G. — 1955. Versuche zur Verwendung von Ersatzwirten bei Laborzuchten der Zehrwespen *Microplectron fuscipennis* ZETT. und *Pteromalus alboannulatus* RATZ. (*Chalcid. Pteromalinae*). — *Anz. f. Schädlingssk.*, **28**, 65-67.

(Katedra Ochrony Lasu,  
Wyższa Szkoła Rolnicza, Poznań).



SUR L'ÉCOLOGIE DE *PROSPALTELLA PERNICIOSI* TOWER  
(HYM. APHELINIDAE), PARASITE SPÉCIFIQUE IMPORTÉ DE  
*QUADRASPIDIOTUS PERNICIOSUS* COMST. (HOM. DIASPIDINAE)

PAR

C. BÉNASSY & H. BIANCHI

Voilà quelques années, l'idée d'une utilisation des ennemis naturels dans la lutte menée contre *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. a été envisagée par le groupe de travail « Pou de San José » de la Commission Internationale de Lutte Biologique.

Forts des résultats encourageants obtenus aux États-Unis du fait de la présence spontanée (RICE, 1937), ou provoquée (FLANDERS, 1944), de l'espèce *Prospaltella perniciosi* tow., dans la limitation des pullulations de *Q. perniciosus*, il a été décidé d'étudier, en accord avec les pays spécialement intéressés (Allemagne où les premiers essais étaient en cours : SCHLABRITZKY, 1956, Suisse et Yougoslavie), les possibilités que ce parasite spécifique pourrait offrir également en Europe (\*).

Des méthodes d'élevage, inspirées de celle de FLANDERS (1944), et destinées, soit à maintenir (BÉNASSY & BURGERJON, 1955), soit à multiplier industriellement la souche (SCHLABRITZKY, 1955), ont été mises au point; par contre les modalités du développement et du maintien des parasites libérés dans la nature n'avaient pas encore été étudiées en détail.

Une étude antérieure (BÉNASSY, 1958 a), sur l'espèce voisine *P. berlesei* HOW., nous a révélé l'action déterminante du climat sur l'efficacité du parasite spécifique de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG.; le cycle de l'Hyménoptère est plus fortement affecté que celui de son hôte par les variations climatiques.

L'expérience acquise dans cette dernière étude, jointe à la nécessité d'observations écologiques approfondies sur *P. perniciosi* nous ont amené, avant de procéder à des essais importants en plein champ, à entreprendre l'étude comparée d'une souche de *Prospaltella* soumise,

(\*) A ce sujet, il est à remarquer que cette espèce, d'après les auteurs américains : CLAUSEN (1956) et DE BACH (1959), pourrait posséder une lignée adaptée à *Aonidiella aurantii* MASK.

dans un même lieu, à différents microclimats obtenus en plaçant à diverses expositions les végétaux contaminés.

Cette méthode a l'avantage de permettre d'effectuer quotidiennement les relevés en concentrant sur une aire limitée les points d'observation. Le rôle des autres parasites associés a été examiné simultanément.

### Caractéristiques des essais

Dans le jardin du laboratoire de Saint-Genis-Laval, où se situe l'ensemble de ce travail, nous avons retenu quatre points d'observations, déterminés par leurs conditions microclimatiques particulières.

Ce sont dans les deux premiers cas, en plein air :

- un mur de pierres exposé plein sud;
- une terrasse dotée de la même orientation, mais ombragée par un couvert d'érables.

Les deux autres lieux sont constitués par l'ambiance :

- d'une cage recouverte de mousseline nylon, placée devant un mur exposé au sud;
- d'une serre vitrée, type abri à chrysanthèmes non chauffé, maintenue humide par des arrosages fréquents.

Si l'on excepte la localité constituée par le mur exposé au sud pour laquelle aucun des éléments climatiques n'a pu être enregistré, les autres lieux d'observations ne présentent pas du point de vue hygrométrie de différences notables. Par contre, les températures sont caractéristiques de chaque microclimat adopté.

La différence observée entre les températures moyennes par décade, de la serre-abri et de la terrasse, allant de 2 à 5 °C, en début de saison, s'amenuise progressivement depuis la dernière décade de mai, pour devenir nulle, fin juin. Les températures demeurent alors voisines jusqu'à la fin août. Après cette date, elles diffèrent de nouveau, la température moyenne enregistrée en serre restant la plus forte (fig. 1).

Sous cage sud, la température moyenne se révèle au printemps intermédiaire entre les deux précédentes, puis elle se maintient depuis la fin juin jusqu'à l'automne au-dessus des deux autres; le plus grand écart enregistré étant de 2,4 °C durant la deuxième décade de juillet, période où la moyenne atteint 26,4 °C. Cette température élevée est le résultat combiné de l'exposition et de l'aération très limitée, par suite des dimensions restreintes de la maille de la mousseline nylon qui recouvre la cage.

### MÉTHODE D'ÉTUDE :

Au cours des observations, nous avons utilisé trois méthodes qui se complètent mutuellement :

- comptages périodiques,



- dissection de tous les stades de l'hôte susceptibles d'héberger les jeunes stades du parasite (ceux-ci n'apparaissent pas à l'observation directe),
- piégeage des adultes de *Prospaltella* dès leur apparition.

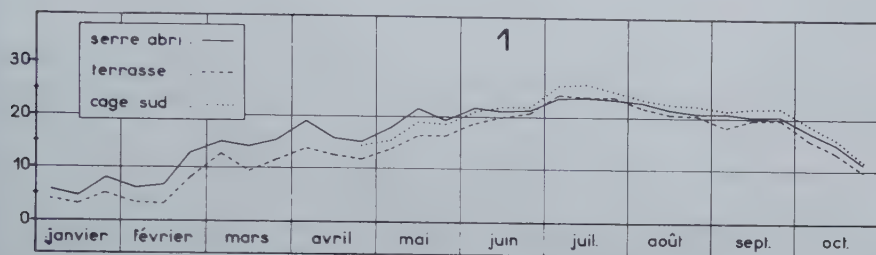


FIG. 1 : Caractéristiques de trois des microclimats retenus. Évolution de la température moyenne représentée par décennie.

Les comptages effectués selon la méthode précisée antérieurement (BÉNASSY, 1958 *b*), répartis tout au long de l'année, tous les quinze jours environ, permettent la mise en évidence du cycle évolutif de l'hôte et donnent un premier aperçu de celui de ses parasites.

Les dissections apportent des indications sur la présence des jeunes stades (œufs ou jeunes larves, fig. 2), dans leur hôte et permettent de préciser le cycle évolutif des divers parasites endophages.

Le piégeage par utilisation de panneaux englués est une méthode de contrôle des sorties successives (date, échelonnement), des Hyménoptères; contrairement aux méthodes basées sur un tropisme de l'insecte (par exemple l'attraction alimentaire), le piégeage a l'avantage de ne pas éliminer systématiquement, dès l'éclosion, les adultes des parasites. Ceux-ci ont généralement la possibilité de s'assurer une descendance, ce qui est confirmé par le fait que le piégeage, dans tous les points d'observations où il est employé depuis avril, n'a pas supprimé jusqu'à ce jour *Prospaltella*.

#### MATÉRIEL UTILISÉ :

Les observations rapportées intéressent une souche en provenance des États-Unis obtenue en deux fois à trois années d'intervalle et multipliée d'abord en élevage en cage climatisée, puis comparative-ment depuis 1956 en abri vitré. Cette souche est constituée par l'association, élevée sur végétaux ligneux (pommiers, poiriers, groseilliers, cassissiers), des deux espèces *Prospaltella perniciosi* TOW. et *Prospaltella fasciata* MALEN.

Si la première semble dotée actuellement d'une aire de dispersion assez vaste puisqu'elle existe en Extrême-Orient : Chine, Formose (CLAUSEN, 1956), en diverses régions d'U.R.S.S. (CHUMAKOVA, 1957), sur le nouveau continent, la répartition géographique de *P. fasciata*

nous est encore inconnue. Elle semble cependant très limitée, puisque cette espèce décrite par MALENOTTI (1918), en Toscane (comme parasite d'une espèce méridionale de Diaspine polyphage : *Chrysomphalus dictyospermi* MORG.) n'a été signalée, avant ces dernières années, qu'en Italie de nouveau par GOIDANICH (1945), comme parasite de *Q. perniciosus*.

De l'abri vitré, les végétaux ont été placés au printemps 1958 dans les deux localités de l'exposition sud et sur la terrasse seulement à l'automne.

### Évolution des populations

Des observations fragmentaires destinées à contrôler la présence du parasite furent effectuées au seuil de l'hiver 1958; elles ont été suivies de contrôles réguliers depuis le début de 1959.

TABLEAU N° 1

Variations du taux apparent de parasitisme exprimé en pour cent de *Quadraspidotus perniciosus* COMST. par *Prospaltella* au cours de l'année 1959, Saint-Genis-Laval (Rhône)

DATE	ABRI	TERRASSE	DATE	ABRI	TERRASSE
1 <sup>er</sup> janvier.....	23,1	25,1	7 juillet.....	16,2	...
22 janvier.....	26,1	27,5	16 juillet.....	...	19,0
25 février.....	20,0	33,2	21 juillet.....	24,2	...
10 mars.....	40,8	50,0	30 juillet.....	...	36,2
19 mars.....	36,2	26,9	3 août.....	19,0	...
8 avril.....	60,8	55,2	12 août.....	...	38,0
16 avril.....	52,2	59,4	19 août.....	31,2	...
27 avril.....	48,2	66,0	25 août.....	...	45,6
12 mai.....	62,2	57,0	31 août.....	34,0	...
26 mai.....	23,0	51,4	12 septembre.....	27,0	20,8
8 juin.....	17,2	41,7	6 octobre.....	39,4	33,0
18 juin.....	10,6	28,0	4 novembre.....	50,4	33,0
26 juin.....	25,4	...			

Elles nous conduisent à la première constatation suivante : *Prospaltella perniciosi* TOWER se maintient et se manifeste tout au long de l'année dans les quatre points d'observations. Par contre, *Prospaltella fasciata* MALEN ne semble pas subsister en plein air dans la région. Il ne réapparaît, en effet, au printemps, que dans l'abri vitré ou dans la cage disposée au sud.

Ceci nous laisse supposer que cette espèce n'aurait pas résisté aux conditions hivernales, soit que le stade d'évolution auquel elle était parvenue y ait été particulièrement sensible, soit encore que la totalité de la population du parasite se soit trouvée concentrée dans un stade hôte normalement éliminé pendant l'hiver.

Nous verrons ultérieurement ce qu'il faut penser de ces deux hypothèses en comparant le cycle évolutif de ces deux *Prospaltella* à celui de leur hôte. Mais pour juger de l'efficacité réelle de ces deux espèces,

nous avons suivi tout au long de l'année, leur importance pratique par rapport à leur hôte, sous abri vitré, et comparativement en plein air, sur la terrasse.

### Importance du parasitisme par les *Prospaltella*, ses variations

Les deux espèces en présence étant toutes deux endophages, les hôtes qui les hébergent n'apparaissent comme typiquement parasités que lorsque l'Hyménoptère a atteint un certain stade : celui de larve à mi-évolution. Dans ces conditions, le « *taux apparent de parasitisme* », défini comme étant le rapport évalué en pour cent entre le nombre d'individus reconnus attaqués par observation directe et celui des Cochenilles dénombrées, subira des variations du fait de la manifestation depuis le comptage précédent, de jeunes stades qui, bien que présents à ce moment, n'étaient cependant pas décelables.

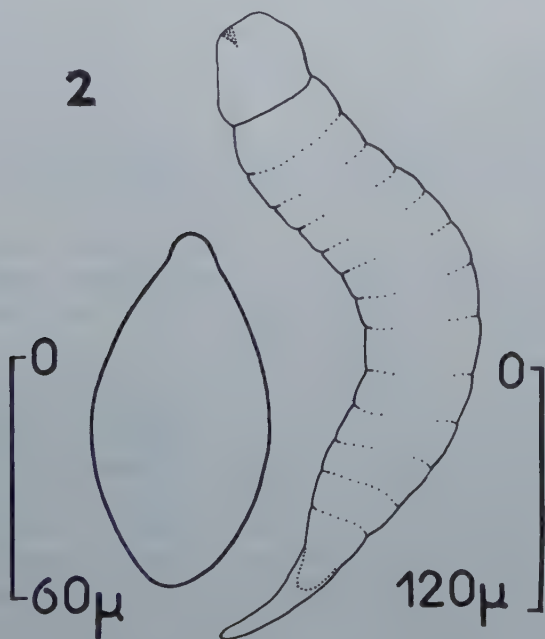


FIG. 2 : Aspect schématique de l'œuf et de la jeune larve de *Prospaltella perniciosi* TOW.

Nous avons groupé au tableau n° 1 les variations enregistrées dans ce taux de parasitisme calculé pour l'ensemble de la population de Cochenilles, au cours de l'année entre l'abri vitré et la terrasse. Constant

durant les deux premiers mois de l'année, le taux de parasitisme augmente brusquement au cours de la première décade de mars, période qui correspond normalement à la reprise d'évolution du Pou de San José, caractérisée par le passage au deuxième stade larvaire des premiers stades en diapause. Chez les parasites, l'évolution reprend au même moment; elle provoque l'augmentation subite observée dans le taux de parasitisme du fait de la manifestation des larves parasites dans les deuxièmes stades hôtes nouvellement formés. Ce fait apparaît nettement si nous comparons la population de Cochenilles, compte tenu des divers stades qui la constituent, le 25 février et le 10 mars (tableau n° 2).

TABLEAU n° II  
Comparaison des populations hôtes parasites  
disposées sous abri, et en plein air sur la terrasse  
Saint-Genis-Laval

	1 <sup>er</sup> stade		2 <sup>e</sup> stade		PN		♀ I		♀ III	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
ABRI : 25 février.....	55,9	1,0	36,9	43,0	2,8	90,0	1,6	44,5	2,8	25,0
10 mars.....	6,0	0,0	77,8	41,3	7,0	97,0	2,4	8,3	6,8	40,0
TERRASSE : 25 février.....	55,1	0,8	34,6	79,9	2,2	95,0	3,1	42,3	5,0	46,0
10 mars.....	10,0	22,0	78,0	51,0	4,2	100,0	4,0	60,0	3,8	37,0

PN : 2<sup>e</sup> stades mâles; ♀ I : jeunes femelles; ♀ III : vieilles femelles.

a : importance relative, exprimée en p. 100 de chaque stade dans la population.

b : taux apparent de parasitisme, exprimé en p. 100 de chaque stade.

A cette période de l'année, les jeunes stades larvaires (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> stades) représentent environ 90 % des individus dénombrés, sur la terrasse, comme en abri. Dans ce dernier point, par exemple, l'importance des deuxièmes stades larvaires passe, par rapport à l'ensemble de la population de Cochenilles, de 36,9 % fin février à 77,8 % le 10 mars. De même, sur la terrasse, de 34,6 % le 25 février, elle atteint 78 % début mars. Dans le premier cas, le taux de parasitisme observé sur les deuxièmes stades reste sensiblement constant (43,0 le 25 février, 41,3 le 10 mars), alors que le nombre d'hôtes dans cette catégorie double; nous devons en conclure que les premiers stades en diapause hébergent un grand nombre d'œufs qui, invisibles le 25 février, donnent naissance, au moment de la mue au deuxième stade chez l'hôte, aux larves de *Prospaltella* retrouvées le 10 mars. Compte tenu de la mortalité naturelle frappant ces mêmes stades, ce sont, parmi eux, environ 25 % seulement des individus qui sont capables de s'assurer une descendance.

Un raisonnement identique reste valable pour la population de Pou de San José fixée sur les végétaux disposés sur la terrasse où cependant l'augmentation numérique des deuxièmes stades hôtes n'est plus accompagnée, entre les deux dates, d'un pourcentage constant d'individus parasités mais d'une légère diminution. Au terme



de l'hiver, 22,4 % des deuxièmes stades larvaires constituent le stock d'individus susceptibles d'assurer ultérieurement le développement de l'espèce.

Par la suite, le taux apparent de parasitisme, après s'être maintenu au voisinage de la valeur atteinte en avril, subit une baisse brusque, fin mai sous abri, vers la mi-juin sur la terrasse, pour remonter progressivement à l'automne.

C'est là un premier aperçu de l'action possible du parasite et nous verrons plus loin dans quelle mesure le cycle évolutif de l'hôte et, en particulier, les dates d'apparition des larves néonates de la génération printanière contribuent à ces faits.

Mais afin de juger de l'efficacité exacte de *Prospaltella*, représentée par les variations du taux réel de parasitisme (1), il y a lieu de comparer l'état des populations hôtes parasites en fin d'hiver avec celui de cette même association à l'automne. Dans l'un et l'autre cas, en effet, la population Cochenille et parasite est comparable au point de vue évolution, les jeunes stades fixés (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> stades ♂ et ♀), comptent pour 80 % de l'ensemble des insectes dénombrés.

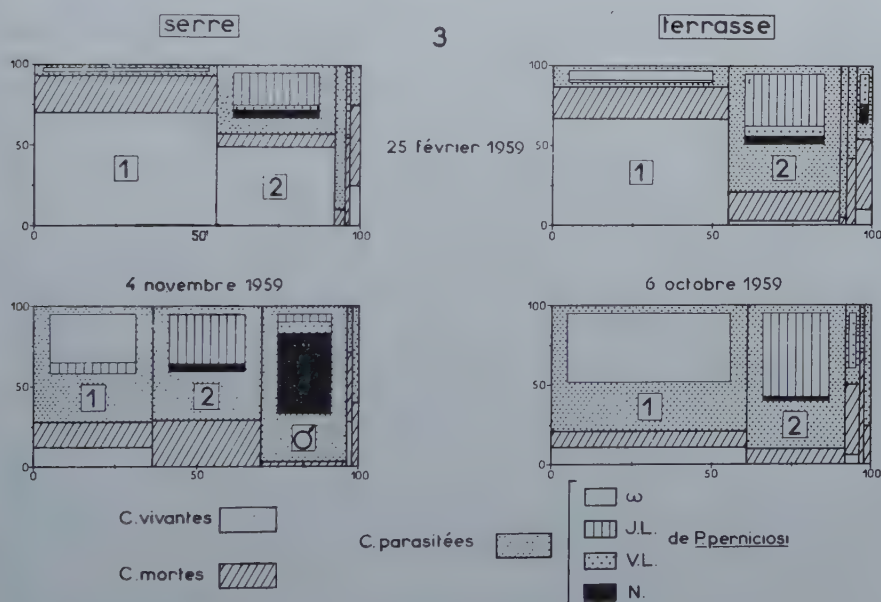


FIG. 3 : Importance du parasitisme par *Prospaltella perniciosi*, tow. Association hôte parasite en période de repos hivernal au début de la saison, puis en fin d'évolution à l'automne dans deux microclimats différents. La comparaison des deux aspects de la population du même lieu traduit l'efficacité du parasitisme.

(1) Celui-ci est défini en corrigeant le taux apparent par le résultat des dissections des stades apparemment indemnes.

Cependant, en fin d'hiver, cette population constitue le stock d'individus capables de reprendre leur activité et de s'assurer une descendance; au seuil de l'hiver, par contre, la population inventoriée est le résultat de l'interférence, durant toute la saison, des développements de l'hôte et de son parasite. Et sur ce dernier aspect des populations de Pou de San José, nous pouvons donc juger du résultat de l'action de *Prospaltella* (fig. 3).

La représentation graphique utilisée ici repose sur l'emploi d'un rectangle pour figurer chaque population. En abscisses, nous portons successivement l'importance relative, exprimée en pour cent par rapport à l'ensemble de la population, des premiers stades, des deuxièmes stades femelles ou mâles (PN), des jeunes femelles (♀ I), et des vieilles femelles (♀ III). Pour chaque stade ainsi représenté, nous fixons en ordonnées l'importance successive des insectes vivants, des individus morts et des Cochenilles parasitées. Dans ce dernier cas, il nous a paru intéressant de faire figurer également le ou les différents stades du parasite rencontrés dans un même stade hôte afin de préciser l'aspect de la population parasite aux mêmes dates.

Sous abri vitré, où le 4 novembre l'association Pou de San José-*Prospaltella* a atteint son stade hivernant, l'importance du parasitisme avoisine 70 % pour les premiers stades (71,8 %), et les deuxièmes stades femelles (70,7 %), pour plafonner à 97,6 % chez les pronymphes. Comparativement, le 25 février, si la proportion d'individus de ce stade attaqués par *Prospaltella* reste du même ordre avec 90 %, celle concernant les autres se révèle bien plus faible : 6,5 % chez les premiers stades, 43,0 % chez les deuxièmes stades femelles.

De même, à l'extérieur, sur la terrasse, entre le 25 février et le 6 octobre (date à laquelle l'ensemble des individus hôtes et parasites ont arrêté leur évolution), la proportion des deuxièmes stades parasités augmente peu dans le cas des femelles (de 78,9 à 90,0 %), elle diminue chez les pronymphes (95 % à 50,0 %) mais l'importance des premiers stades attaqués passe par contre de 12,5 % à 79,8 %.

Cette augmentation sensible de l'efficacité parasitaire ne peut être attribuée dans ce dernier cas qu'à l'espèce *Prospaltella perniciosi*, la seule observée au cours de nos piégeages de l'année alors que sous abri vitré, l'espèce *P. fasciata* peut interférer dans un sens ou dans l'autre avec la première.

Néanmoins, comme seuls les premiers stades en diapause hivernent d'une façon générale chez l'hôte, il est assez vraisemblable que l'importance du parasitisme affectant ces stades, à l'automne, conditionnera déjà la plus ou moins grande efficacité des *Prospaltella* dès le printemps suivant.

## Essai d'interprétation

A. CYCLE ÉVOLUTIF DE *Prospaltella perniciosi* TOW., SES VARIATIONS.

1<sup>o</sup> *Sous abri*: A l'entrée de l'hiver, les observations et les dissections pratiquées nous montrent sous abri une population hétérogène à la fois du point de vue hôte et parasite.

Les premiers stades en diapause renferment des œufs et des jeunes larves tout récemment écloses. Les larves plus évoluées, les prénymphe, et parfois déjà quelques nymphes, sont généralement hébergées par les deuxièmes stades larvaires ♂ et ♀ et les jeunes femelles de *Q. perniciosus*. Dans le premier cas, le parasite demeure, du fait de son alimentation, lié étroitement à son hôte, mais il devient indépendant de celui-ci dès le stade larve mûre. L'action des conditions climatiques sera donc ressentie par les stades postembryonnaires du parasite, indirectement dans le premier cas, par l'intermédiaire d'un hôte vivant et, dans le deuxième cas, directement, au travers cependant des téguements modifiés de la Cochenille.

Ce sont donc deux populations de *Prospaltella* qui parallèlement vont reprendre leur évolution au printemps. Cette grande hétérogénéité observée dans les stades présents au cours de la phase hivernale doit se traduire ultérieurement lors de l'apparition des adultes printaniers par une éclosion très échelonnée.

En fait cette éclosion, qui s'étale pour l'année 1959 du début avril au 15 mai environ, se caractérise par la présence de deux maxima distincts : le premier se localise au commencement avril. Il correspond aux adultes de *P. perniciosi*, issus de jeunes larves qui ont hiverné dans les deuxièmes stades larvaires de leur hôte. Passant au stade larve mûre, dès la fin février pour les plus précoces, elles muent en nymphes à partir du 17-20 mars et donnent naissance aux adultes piégés à partir du 1<sup>er</sup> avril (fig. 4).

Les Chalcidiens apparus pondent dans les jeunes femelles de l'hôte comme en témoignent très rapidement la présence de jeunes larves à la dissection. Leur évolution continue provoque l'éclosion de nouveaux *Prospaltella* fin mai, début juin, la sortie maximum d'après les piégeages journaliers se situant les 24 et 25 mai.

Par contre, le deuxième sommet de la courbe printanière d'éclosions est constitué par les adultes du parasite issus des œufs ayant hiverné dans les premiers stades larvaires et qui se manifestent au cours de la première décade de mai. L'ensemble des œufs déposés en début comme en fin de ce mois, soit dans les femelles de la génération hivernante du Pou de San José, soit dans les premiers stades larvaires de la génération printanière de la Cochenille (les premières néonates s'étant manifestées le 26 avril), évoluent et permettent une sortie numériquement très importante d'individus de *Prospaltella* tout au long du mois de juillet avec un maximum du 5 au 15. Les éclosions, échelonnées



au printemps, manifestent une certaine tendance à devenir plus groupées.

Par la suite, de nouvelles sorties de parasites se produisent durant la dernière quinzaine d'août avant de donner lieu, du fait du chevauchement des générations de l'hôte et de son parasite, à une sortie d'adultes pratiquement ininterrompue jusqu'au début novembre. Celle-ci n'est pas uniforme cependant, elle passe par un maximum fin septembre, début octobre.

Sous les conditions climatiques très particulières de cet abri vitré, *Prospaltella perniciosi* TOWER possède donc en 1959 cinq générations successives, la dernière n'étant toutefois que partielle. L'apparition printanière des premiers adultes se situe début avril et le matériel hivernant est constitué par des individus appartenant déjà aux troisième et quatrième générations et par l'ensemble de ceux de la cinquième.

Compte tenu des maxima d'éclosions de *P. perniciosi* en cours d'année, la durée moyenne des différentes générations apparues est successivement cinquante jours, puis quarante jours, trente-cinq jours et de nouveau quarante. Cette dernière évolution se trouve confirmée par la durée du développement observée pour des œufs qui, déposés le 10 août sur Pou de San José fixé sur pastèques conservées dans les mêmes conditions, ont permis l'éclosion d'adultes de *P. perniciosi* le 16 septembre, soit 37 jours plus tard.

2° *Sur la terrasse* : nous avons de même, à l'entrée de l'hiver, une population hétérogène de *Prospaltella* répartie, pour les œufs et les très jeunes larves, dans les premiers stades en diapause de *Q. perniciosus*, les deuxièmes stades de celui-ci possédant presque uniquement des larves du parasite. La reprise d'activité, marquée par la mue au deuxième stade larvaire, se situe pour ces individus hôtes environ 10 jours plus tard que pour ceux évoluant dans la première localité. Chez *P. perniciosi* également, l'évolution ralentie due aux conditions climatiques entraîne un décalage dans la sortie printanière des premiers individus. Elle manifeste par rapport à l'abri vitré un retard de trois semaines : les éclosions débutent le 21 avril et s'échelonnent comme précédemment sur un mois environ, avec deux maxima distincts, ceci tout au long d'une période où l'hôte demeure au stade femelle (fig. 5); les derniers adultes de *P. perniciosi* apparaissent lors de la manifestation des larves néonates observée le 26 mai.

Cette date est à noter : elle diffère de celle caractérisant la sortie du Pou de San José en abri vitré, par un retard d'un mois.

Nous devons donc en conclure que la modification au printemps des conditions climatiques, due à une différence d'exposition, entraîne dans l'évolution du Pou de San José un décalage ayant une répercussion immédiate et parallèle sur le cycle biologique de son parasite spécifique.

De plus, ces dates de sortie des larves néonates, le 26 avril dans



le premier cas, le 26 mai dans le deuxième, expliquent la baisse brusque du taux apparent de parasitisme observée précédemment aux mêmes dates. Les larves néonates n'étant pas attaquées par le Chalcidien, leur apparition en masse dans la population amène une diminution du taux de parasitisme, rapport du nombre d'individus attaqués au nombre de Cochenilles constituant la population considérée.

Par la suite trois nouvelles sorties distinctes de *Prospaltella* se manifestent aux périodes suivantes : dernière quinzaine de juin, première décade d'août et, fin septembre, début octobre (bien que des individus se retrouvent piégés chaque jour depuis le début d'août jusqu'au 10 octobre). L'examen de la courbe d'éclosions, ainsi que les résultats des comptages et dissections pratiqués durant toute la saison, permettent d'estimer à quatre le nombre de générations apparues. La dernière cependant n'est que fragmentaire et il est vraisemblable que son existence demeurera aléatoire selon les années.

La durée moyenne d'évolution des générations successives est sous ces conditions de cinquante jours pour les deux premières et de soixante jours pour la troisième.

3° *A l'exposition sud* : En plein air au printemps, si de rares individus de *Prospaltella* se manifestent dès le 24 avril, leurs sorties réparties sur une dizaine de jours seulement et caractérisées par un unique sommet sur la courbe représentative, débutent, en fait, le 7 mai. Ce type d'apparition groupée est à rapprocher de celui observé soit sur la terrasse soit sous l'abri vitré, pour les adultes issus des œufs ayant hiverné dans les premiers stades larvaires de l'hôte Cochenille. Mais il nous manque dans cette localité l'homologue des adultes de *Prospaltella* provenant des larves et même des nymphes qui auraient hiverné dans les deuxièmes stades larvaires du Pou de San José, du fait de la mortalité complète de ces stades, au cours de la période hivernale, constatée lors de nos comptages successifs.

Dans cette localité, comme sur la terrasse, les populations hôtes parasites sont hétérogènes au seuil de l'hiver (premier stade : 73,6 %, deuxième stade : 5,8 %, femelles : 20,5 %). Il est donc à remarquer que dans un même lieu (à l'extérieur, dans le jardin du laboratoire), les variations climatiques dues aux différences d'exposition ont une influence sur la mortalité hivernale. Celle-ci est totale (à l'exception évidemment des premiers stades en diapause), sous cage sud où l'amplitude des variations observées entre les températures maxima et minima est plus forte que sur la terrasse.

La sortie printanière achevée, l'espèce possède alors une destinée propre à la localité observée.

Les éclosions se maintiennent constantes jusqu'au 10 octobre sur les végétaux placés le long du mur, mais l'absence de maximum net dans le nombre des adultes piégés successivement ne permet pas, dans ce cas particulier, de définir le cycle de l'insecte. Il est à remarquer

cependant que les limites extrêmes de sortie des adultes de *P. perniciosi* sont identiques à celles notées pour la terrasse, ce qui laisse supposer une évolution semblable ou très voisine.

#### 4° Sous la cage au sud :

Les phénomènes se trouvent fortement modifiés du fait que dès le printemps *P. perniciosi* évolue aux dépens de son hôte concurrentement avec l'Aphelinide ectophage, *Aphytis proclia* WLK. La première espèce disparaît dès la dernière décade d'août alors que les adultes d'*Aphytis* sont quotidiennement piégés depuis le début juillet jusqu'à la fin octobre. Ce phénomène de compétition non étudié ici, et lié vraisemblablement aux exigences écologiques des deux parasites, est à rapprocher cependant de celui observé déjà entre *Aphytis proclia* et *Prospaltella berlesei* HOW., l'hôte étant une autre Diaspine : *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (BÉNASSY, 1958 c).

#### B. CYCLE ÉVOLUTIF DE *P. fasciata*.

Nous avons vu que l'absence de toute éclosion de *P. fasciata* au printemps, dans les deux points situés à l'air libre, suggère une première hypothèse : le parasite ne survivrait pas aux conditions climatiques de l'hiver dans la région lyonnaise. Ceci nous conduit à la première idée : le parasite ne serait pas présent dans les premiers stades en diapause et hivernerait dans les autres stades du Pou de San José.

Dans ces conditions, à l'exposition sud, la mortalité complète de tous les individus qui ne sont pas des premiers stades en diapause, constatée durant la phase hivernale, donne une explication satisfaisante des faits rapportés.

Cependant, cette dernière hypothèse devient en défaut dans le cas de la terrasse où une partie des deuxièmes stades de Pou de San José ont hiverné normalement. Dans ces individus hôtes, les jeunes stades présents de *P. fasciata* auraient dû se manifester au printemps. Comme il n'en est rien, ceci nous amène à penser que dans un même hôte les variations climatiques extérieures sont ressenties d'une façon différente par chaque parasite. *P. fasciata* serait plus sensible à une diminution de température que *P. perniciosi* placé dans les mêmes conditions, ce qui nous expliquerait la forte mortalité constatée sur la terrasse durant l'hiver parmi les deuxièmes stades de *Q. perniciosus* parasités.

Comme le matériel hivernant, disposé sur la terrasse, est identique à celui conservé sous serre-abri, nous devons en conclure que dans ce dernier microclimat, *P. fasciata* a hiverné également dans les deuxièmes stades du Pou de San José. Cette présence du parasite dans un seul stade de son hôte se trouve d'ailleurs confirmée par la sortie des adultes de *P. fasciata* groupée autour d'un seul maximum sur une vingtaine de jours environ, à partir du 3 mai. Par la courbe qui la

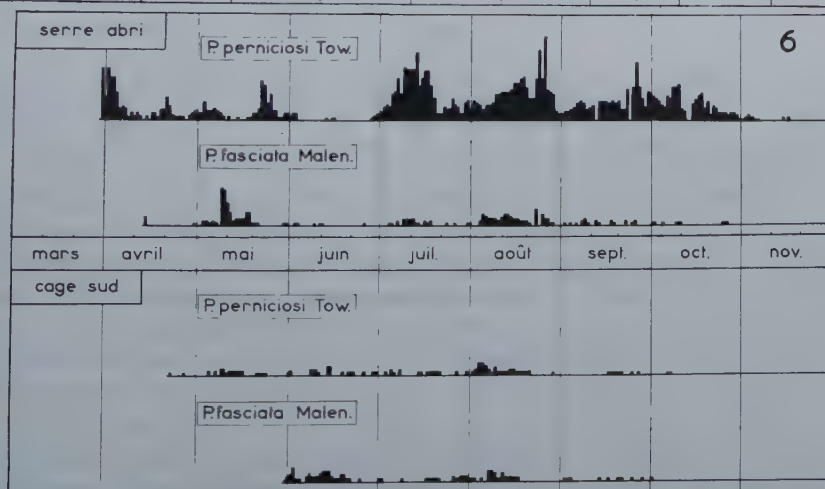
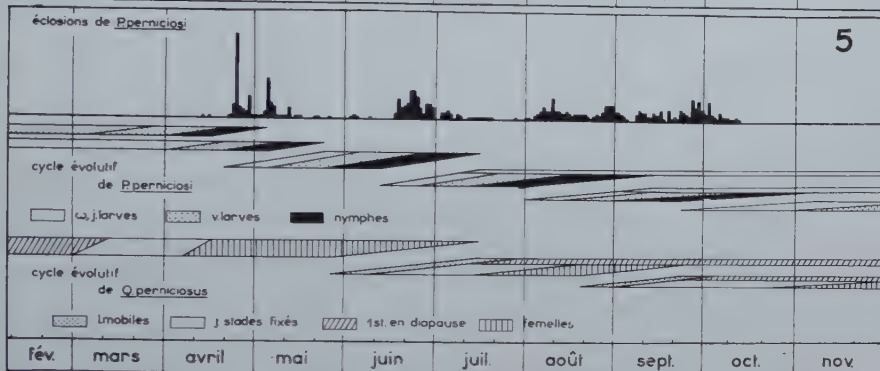
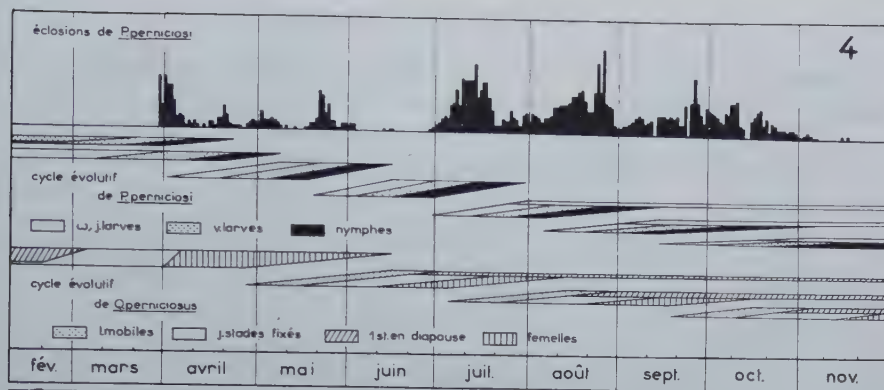


FIG. 4 : Représentation schématique de l'évolution de *Prospaltella perniciosi* tow. compte-tenu du piégeage journalier et du cycle de l'hôte dans le micro-climat particulier que constitue l'abri vitré.

FIG. 5 : Représentation schématique de l'évolution de *Prospaltella perniciosi* tow. compte tenu du piégeage journalier et du cycle de l'hôte dans le micro-climat des conditions particulières de la terrasse.

FIG. 6 : Éclosions comparées des deux espèces *P. perniciosi* tow. et *P. fasciata* MALEN. évoluant dans deux milieux différents : celui de l'abri vitré, celui de la cage exposée au sud.



caractérise, cette éclosion rappelle donc celle de *P. perniciosi*, mais avec un retard d'un mois environ (fig. 6).

Sous cage sud où, nous l'avons vu, seuls subsistent les jeunes stades en diapause, la manifestation des premiers adultes de *P. fasciata*, fin mai, début juin, nous conduit à penser que l'hivernation du parasite s'est faite dans les premiers stades de l'hôte mais, là encore, l'éclosion des individus les plus précoces de *P. fasciata* suit de trois semaines environ celle de *P. perniciosi* qui débute le 7 mai.

Quel que soit le stade hôte dans lequel *P. fasciata* a hiverné, la sortie printanière suit celle de *P. perniciosi*, mais est décalée dans le temps, ce qui nous amène à envisager l'existence, chez ces deux espèces, d'un seuil de développement non identique. Cette différence de seuil de développement semble trouver également son expression dans la durée de l'évolution constatée pour la génération printanière des deux espèces. Elle est de soixante jours environ pour *P. fasciata* et de cinquante jours seulement chez *P. perniciosi*. Ensuite, durant l'été, l'évolution des deux espèces se révèle identique. Dans ces conditions trois générations successives apparaissent normalement.

Mais, en cage sud, le nombre limité d'insectes piégés en début de saison, puis leur élimination complète dès la fin août par *Aphytis proclia*, n'a pas permis l'étude du cycle évolutif de *P. fasciata*.

### Conclusion

Les premières observations réalisées à ce jour sur une souche de *Prospaltella*, comprenant en mélange *P. perniciosi* tow. et *P. fasciata* MALEN., nous permettent de dégager pour chacune de ces deux espèces, les caractéristiques suivantes.

Chez *P. perniciosi*, si le stade hivernant typique est représenté par les œufs situés dans les premiers stades en diapause de l'hôte Cochenille, selon les conditions climatiques locales, d'autres stades d'évolution peuvent être présents à l'automne et subsister également. Il en résulte alors une sortie échelonnée et très précoce au printemps.

Dans les conditions naturelles de la région lyonnaise, seuls hivernent les œufs du parasite présents dans les premiers stades en diapause du Pou de San José.

La variation des conditions de température obtenue en jouant sur les microclimats locaux modifie assez l'évolution de *P. perniciosi* pour entraîner l'apparition de 1 ou 2 générations supplémentaires, alors que le cycle de la Cochenille demeure assez peu perturbé. Il s'ensuit que, mise à part la période hivernale où le développement du parasite reste étroitement lié à celui de la Cochenille en diapause, *P. perniciosi* demeure indépendant de son hôte durant tout le reste de l'année.

C'est la conclusion qui se dégage également de la comparaison de nos résultats avec ceux exposés par CHUMAKOVA (1957). Après avoir



noté l'hivernation des œufs de *P. perniciosi* dans les premiers stades en diapause du Pou de San José, l'auteur fixe en effet à trois ou quatre générations annuelles, le cycle évolutif du parasite dans les provinces maritimes de l'U.R.S.S. où, parallèlement, la Cochenille hôte ne possède qu'une seule génération.

Dans tous ces cas, la présence d'un hôte vivant en cours d'évolution permet donc au parasite une croissance normale ayant son propre déterminisme. Ce sont, dans ces conditions, les données climatiques régionales qui fixent le cycle de l'insecte au cours du printemps, de l'été et de l'automne, selon les années, fait déjà noté dans le cas des parasites indigènes endophages de *Q. perniciosus* (BÉNASSY, 1958 b).

Chez *P. fasciata*, il ne semble pas exister, comme chez l'espèce précédente, de stade hivernant typique dans les premiers stades en diapause de l'hôte. Seules les données climatiques régiraient le cycle de l'insecte dont le développement serait alors indépendant toute l'année de celui de son hôte. Cette particularité, jointe à la grande sensibilité observée des stades postembryonnaires aux facteurs climatiques durant l'hiver, rend aléatoire l'éclosion printanière des adultes de *P. fasciata* dans les conditions régionales du climat lyonnais.

Si, dans quelques cas, ils se manifestent pourtant, leur éclosion au printemps, suivant d'un mois environ celle des premiers individus de l'espèce voisine, témoigne chez *P. fasciata* d'un seuil de développement différent. L'existence de ce seuil plus élevé que chez *P. perniciosi* a sa répercussion sur la durée de l'évolution de la première génération annuelle, de 10 jours plus longue chez *P. fasciata* que chez la seconde espèce.

Chacune des deux espèces possède donc des exigences écologiques strictes liées vraisemblablement à leur pays d'origine différent et qui se traduisent par les particularités observées.

Une variation des conditions climatiques modifie le sens de la compétition observée entre les parasites pour la possession d'un même hôte; d'une façon générale on peut estimer que le milieu environnant, plus que la prolificité inhérente à chaque espèce, conditionne l'abondance numérique de chacune (SMITH, 1929).

Ainsi d'un milieu (le climat lyonnais) où seule subsiste l'espèce *P. perniciosi*, nous passons par l'intermédiaire de celui de la serre-abri, où les deux espèces se maintiennent concurremment, à l'élevage sur pastèques à conditions constantes (26, 27 °C), où l'espèce *P. fasciata* devient dominante. A ces températures interviendrait également le facteur comportement : les adultes de *P. fasciata* manifestent une activité beaucoup plus grande au contact de l'hôte que ceux de *P. perniciosi* placés dans les mêmes conditions. C'est le cas également des adultes de *A. proclia*. Cette espèce ectophage associe en plus à ce comportement une durée d'évolution plus réduite que celle des *Pros-*

*paltella*, ce qui l'amène, placée en cage exposée au sud, à les éliminer tous deux, dès fin août.

Pour les trois parasites invoqués, évoluant aux dépens de *Q. perniciosus*, l'efficacité dépendra de l'adaptation plus ou moins poussée de chacun d'eux au cycle de l'hôte.

*P. perniciosi*, du fait de la régulation de son cycle imposée par l'hôte lors de l'hivernation, manifeste une efficacité constante alors que les deux autres espèces ont un rôle très inégal et variable selon les régions.

### RÉSUMÉ

A partir d'un stock de laboratoire comportant les deux espèces : *Prospaltella perniciosi* TOW. et *Prospaltella fasciata* MALEN. en mélange, élevées sur Pou de San José, sur Pastèques, les Auteurs ont constitué un premier élevage en serre sur végétaux en pots.

Ces végétaux, contaminés, ont été soumis à différentes conditions micro-climatiques et l'évolution des deux espèces de parasites a été étudiée en détail dans les différents milieux.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1° *Prospaltella perniciosi* s'est multiplié dans de bonnes conditions sous le climat de la région lyonnaise; trois à quatre générations peuvent se succéder au cours de l'année et le taux de parasitisme peut atteindre 80 % sur les premiers stades hivernants.

2° L'espèce *Prospaltella fasciata* qui est susceptible d'éliminer *P. perniciosi* dans les conditions d'un élevage à température constante (27 °C) ne survit pas aux conditions climatiques de la région lyonnaise. Son efficacité est toujours variable car son cycle n'est pas directement adapté à celui de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST.

### SUMMARY

From a laboratory stock of *Prospaltella perniciosi* TOW. and *P. fasciata* MALEN. bred together on San Jose Scale on fruit of *Citrullus vulgaris*, the Authors realized a continuous breeding on infested nursery-trees in a green house. The infested trees (mainly apple and pear trees) were then placed under different micro-climatic conditions and the life cycle of both parasites was studied thoroughly in these various locations.

Principal results are the following:

1° *P. perniciosi* lives in good conditions under the climate of Lyon country. Three or four generations occur during one year and the rate of parasitism is up to 80 % on diapausing first stage larvae.

2° *P. fasciata* is able to displace *P. perniciosi* under laboratory breeding conditions (27 °C) but cannot survive winter in Lyon area. The efficiency of this parasite is always very variable because its cycle is not suitable fitted to that of its host.

### BIBLIOGRAPHIE

BÉNASSY, C. & A. BURGERJON. — 1955. Méthode d'élevage au laboratoire de *Prospaltella perniciosi* TOW. — *Ann. I.N.R.A., Sér. C, Epiph.* (5), 11-17.

- BÉNASSY, C. — 1958 a. *Prospaltella berlesei* how. (Hym. Aphelinidae) et son efficacité pratique en France vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. (Hom. Diaspidinae). — *Entomophaga*, **3** (1), 67-70.  
— 1958 b. Remarques sur l'écologie de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. dans le midi méditerranéen (Hom. Diaspidinae). — *Entomophaga*, **3** (2), 93-108.  
— 1958 c. Étude bioécologique de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG. et de son parasite spécifique *Prospaltella berlesei* how. en France. — *Ann. I.N.R.A., Sér. C, Epiph.*, **9**, 425-496.
- CHUMAKOVA, B. M. — 1957. Parasites of the Coccids in the maritime territory. — *Zool. Zh.*, **36**, 533-547.
- CLAUSEN, C. P. — 1956. Biological control of insect pests in the Continental United States. — *Tech. Bull.* (1139), U.S.D. of Agriculture.
- DE BACH, P. — 1959. New species and strains of *Aphytis* (Hymenoptera, Eulophidae), parasitic on the California Red Scale, *Aonidiella aurantii* MASK., in the Orient. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **52** (4), 354-362.
- FLANDERS, S. E. — 1944. Observations on *Prospaltella perniciosi* and its mass production. — *J. econ. Ent.*, **37**, 105.
- GOIDANICH, A. — 1945. Su alcuni Calcidoidei Afelinini parassiti dell' *Aonidiella perniciosus* COMST. in Italia. — *Boll. Ist. Ent. Bologna*, **15**, 20-24.
- MALENOTTI, E. — 1918. I nemici naturali della "Bianca-Rossa" (*Chrysomphalus dictyospermi* MORG.). — *Redia*, **13** (1-2), 17-53.
- RICE, P. L. — 1937. A study of the insect enemies of the San José Scale (*Aspidiotus perniciosus* COMSTOCK.) with special reference to *Prospaltella perniciosi* TOWER. — *Ohio State Univ. Press*, Diss 24.
- SCHLABRITZKY, E. — 1955. Das Stuttgarter Insektarium zur Zucht von *Prospaltella perniciosi* TOW. (Hymenoptera). — *Ztschr. Pfl. Krankh.*, **62** (7), 440-445.  
— 1956. *Prospaltella perniciosi* TOWER ein Beiträge zur biologischen Bekämpfung. Mitteil. Biolog. Bund. Berlin-Dahlem, **31** (85), 53-55.
- SMITH, H. S. — 1929. Multiple parasitism : its relation to the biological control of Insects Pests. — *Bull. Ent. Res.*, **20** (2), 141-149.

(I.N.R.A. Station de Lutte Biologique,  
Antibes et Station Expérimentale  
d'Arboriculture Fruitière du Lyonnais,  
Saint-Genis-Laval.)

ACHEVÉ D'IMPRIMER  
SUR LES PRESSES DE  
L'IMPRIMERIE NOUVELLE  
53, QUAI DE LA SEINE, PARIS  
LE 1<sup>er</sup> AVRIL 1960  
N° 117-60

LE FRANÇOIS - PARIS  
(C.O.L. 15-02-17)



## SOMMAIRE

- H. WILBERT : *Apanteles pieridis* (BOUCHÉ) (Hym., Braconidae), ein Parasit von *Aporia crataegi* (L.) (Lep., Pieridae), p. 183. — D. A. CHANT & C. ATHIAS-HENRIOT : The Genus *Phytoseius* RIBAGA, 1902 (Acarina: Phytoseiidae), p. 213. — N. ROMANYK y A. RUPEREZ : Principales parasitos observados en los defoliadores de España con atención particular de la *Lymantria dispar*, p. 229. — W. STEIN : Versuche zur biologischen Bekämpfung des Apfelwicklers *Carpocapsa pomonella* (L.) durch Eiparasiten der Gattung *Trichogramma*, p. 237.
- 
- 

APANTELES PIERIDIS (BOUCHÉ) (HYM., BRACONIDAE),  
EIN PARASIT VON APORIA CRATAEGI (L.) (LEP., PIERIDAE)

VON

HUBERT WILBERT

---

I. Einleitung

Bei Untersuchungen über den Baumweissling (*Aporia crataegi* L.) wurde bereits von verschiedenen Autoren auch den Parasiten dieses Schädlings Beachtung geschenkt. Raupen wie Puppen werden von mehreren Arten befallen, die für den Massenwechsel ihres Wirtes eine unterschiedliche Bedeutung besitzen. Am zahlreichsten wurde meistens die Braconide *Apanteles glomeratus* (L.) angetroffen. Neben ihr traten aber noch weitere Raupenparasiten auf, die meistens als *Apanteles spurius* (WESM.) und *Apanteles difficilis* (NEES) bezeichnet wurden.

Während einer in den vergangenen Jahren abgelaufenen Gradation von *A. crataegi* in Südwestdeutschland bestand Gelegenheit zu eigenen Untersuchungen über die Faktoren, welche den Massenwechsel dieses Falters beeinflussen (BLUNCK u. WILBERT, 1959). Dabei wurden die Parasiten besonders beachtet. Die Beobachtungen an *Ap. glomeratus* sind bereits an anderer Stelle geschildert worden (WILBERT, 1959 b). Im Folgenden soll über Untersuchungen an einer weiteren *Apanteles*-Art berichtet werden.

Die Arbeit wurde noch auf Veranlassung von Herrn Prof. BLUNCK (†) durchgeführt. Für mancherlei Anregung und Unterstützung sowie für sein stetes Interesse bin ich ihm zu bleibendem Dank verpflichtet.

## II. Bisherige Literatur

Im Jahre 1834 beschrieb BOUCHÉ einen neuen Parasiten des Baumweisslings und gab ihm den Namen *Microgaster pieridis* (der Baumweissling wurde damals noch meistens zur Gattung *Pieris* gezählt). NEES führte diese Art bereits in seiner im gleichen Jahre erschienenen Monographie der Schlupfwespen auf. 1837 beschrieb WESMAEL ohne Angabe des Wirtes einen *Microgaster spurius*, der in der Folgezeit in einer grossen Anzahl verschiedener Schmetterlingsraupen gefunden wurde. Während *Microgaster pieridis* BOUCHÉ auch nach RATZBURG (1844) und TASCHENBERG (1871) ein Parasit des Baumweisslings ist, wurde *M. spurius* WESM. nach RATZBURG (1852) aus *Bombyx Vinulae* (= *Dicranura vinula* (L.)) gezogen. Nach Aufteilung der Gattung *Microgaster* durch FÖRSTER (1862) mussten die beiden Arten zur neuen Gattung *Apanteles* gestellt werden, und bei einer Überarbeitung dieser Gattung fügt REINHARD (1880-1881) der Beschreibung von *Ap. spurius* (WESM.) hinzu: « Wahrscheinlich, doch nicht mit Bestimmtheit ist als synonym hierher auch *M. pieridis* BOUCHÉ... zu ziehen » (S. 34). MARSHALL (1885) gibt zu bedenken, dass die Kokons von *M. pieridis* im Gegensatz zu denen von *Ap. spurius* nach Beschreibung von BOUCHÉ « dunkelgelb » seien, führt aber erstere Art unter den britischen Braconiden nicht auf. V. DALLA TORRE (1898) nennt in seinem Katalog der Hymenopteren wiederum *Microgaster pieridis* BOUCHÉ als fragliches Synonym für *Ap. spurius*. Er zählt für diese Art 22 Wirte auf, unter denen aber *Aporia crataegi* nicht verzeichnet ist. Anscheinend war es WASSILJEW (1902), der als erster seine aus *A. crataegi* gezogenen Parasiten als *Apanteles spurius* (WESM.) ansprach. Nach ihm bestimmte eine Reihe anderer Autoren (z.B. GORIAINOFF 1914, ROSSIKOV 1915, PICARD 1922, KRASNÝK 1928, MARTELLI 1931) diese Art als Parasiten des Baumweisslings, und nur WOLF u. KRAUSSE (1922) sowie LEDERER (1938) nennen noch *Microgaster pieridis* RTZB. unter den Feinden dieses Schmetterlings. Auch FAHRINGER (1937) führt in seiner Bearbeitung der Braconiden *Aporia crataegi* als einen der Wirte von *Ap. spurius* (WESM.) auf.

*Apanteles difficilis* wurde 1834 von NEES als Parasit von *Bombyx Caja* (= *Arctia caja* (L.)) beschrieben. Auch diese Art ist polyphag, und v. DALLA TORRE (1898) zählt bereits 30 verschiedene Wirte auf, unter denen sich aber *Aporia crataegi* wiederum noch nicht befindet. Erst STELLWAAG (1924) stellte diese Wespe in grösserer Anzahl beim Baumweissling fest, allerdings nur in einem Jahr und in einer Zucht. Auch MARTELLI (1931) fand eine Braconide, die er in Anlehnung an STELLWAAG als *Apanteles difficilis* ansprach und sogar für den wichtigsten Parasiten des Baumweisslings hielt. Bei FAHRINGER (1937) ist *A. crataegi* unter den Wirten von *Ap. difficilis* (NEES) genannt. Dieser Autor fügt aber hinzu, dass die Art sehr nahe mit *Ap. spurius* verwandt sei und dass ein Teil der von ihm angegebenen Wirte wohl zu *Ap. spurius* und zwei weiteren *Apanteles*-Arten gehöre. Auffallend ist, dass *A. crataegi* in seiner Liste der einzige Tagfalter ist. Sie umfasst sonst hauptsächlich Spanner und Eulen, ausserdem auch einige Vertreter der Arctiiden, Lymantriiden, Notodontiden, Lasiocampiden, Zygaeniden, Gracilariiden und Phyllocnistiden. Auch bei REINHARD (1880-1881) und MARSHALL (1885) finden sich bereits Hinweise auf die grosse Ähnlichkeit zwischen *Ap. spurius* (WESM.) und *Ap. difficilis* (NEES).

*Apanteles spurius* ist ein Gregärparasit (über die Bezeichnung siehe BACHMAIER 1958); es entwickelt sich also immer eine Anzahl von Larven gemeinsam im gleichen Wirt. Schon BOUCHÉ (1834) schrieb über die von ihm *M. pieridis* genannte Art: « Sie lebt in grossen Gesellschaften in den Raupen von *Papilio Crataegi* » (S. 152). Nach WASSILJEW (1902) werden von *Ap. spurius* jeweils 44-86 Eier in eine Raupe gelegt. MARTELLI (1931) beobachtete 22-285 Larven pro Raupe, und BENITEZ MORERA, der die Art in Marokko (1943) und bei Cadiz (1945) in *Ocnogyna bactica* (RAMBUR) fand, zweifelt an der Richtigkeit seiner Bestimmung,

da sich der von ihm beobachtete Parasit solitär entwickelte. Bei *Apanteles difficilis* ist es nicht sicher festgelegt, ob die Larven solitär oder gregär leben. NEES (1834) macht keine eindeutigen Angaben darüber. PRELL (1925) bezeichnet die Art als solitär, während FAHRINGER (1937) sie einen « Sozialparasiten » (hier offensichtlich = Gregärparasit) nennt. Nach MARSHALL (1885) können 1-20 Larven aus einer Raupe auswandern. STELLWAAG (1924) fand bei *A. crataegi* meistens 2-3, höchstens aber 5 Parasiten, MARTELLI (1931) 1-6 und ISAAKIDIS (1936) bei *Erannis bajoria* SCHIFF. 12-17 pro Wirt.

### III. Auftreten und Artzugehörigkeit

Im Laufe der eigenen Untersuchungen am Baumweissling traten erstmalig im Jahre 1955 Parasiten auf, die mit den von früheren Autoren als *Ap. difficilis* und *Ap. spurius* bestimmten Arten identisch zu sein schienen. Die Raupen des Baumweisslings überwintern während des dritten Stadiums in selbstgefertigten Winternestern. Zur Feststellung der Mortalität, der Parasitierung sowie zur Klärung einiger weiterer Fragen wurden diese Winternester regelmässig an verschiedenen Stellen des südwestdeutschen Befallsgebietes gesammelt und ihre Insassen untersucht. Im Januar 1955 stiess ich dabei erstmalig auf Larven einer zunächst noch unbekannten Braconide, die meist einzeln in den Raupen auftraten. Manchmal befanden sich auch zwei, selten mehr in einem Wirt. Sie unterschieden sich von den ebenfalls vorhandenen Larven von *Apanteles glomeratus* vor allem durch ihre zur Zeit der Untersuchung schon bedeutendere Grösse. Ausserdem waren von *Ap. glomeratus* damals durchschnittlich 10-20, manchmal auch 30-40 Larven je Wirtsraupe zu zählen. Das Vorkommen der neuen Braconide war fast ausschliesslich auf die Umgebung von Ingelheim (Rhein) beschränkt, wo die Parasitierung etwa 11 % betrug. Nur sehr selten trat sie auch im Gebiet südlich Oppenheim (Rhein) auf, dem zweiten Zentrum des Baumweisslingsbefalls.

Im April und Mai des gleichen Jahres fanden sich auf Nestern aus Heidelberg und Ingelheim, die inzwischen von den Raupen verlassen waren, einzelne weissliche Braconidenkokons, wie sie früher nicht beobachtet wurden. Es durfte angenommen werden, dass sie von der vorher festgestellten Art angefertigt worden waren. Am 5.5. wurden in Ingelheim solche Nester gesammelt. Die Kokons waren etwa 3 mm lang und erst in wenigen Fällen verlassen. Am 6.5. schlüpfte im Labor eine Anzahl von Imagines, deren Bestimmung aber grosse Schwierigkeiten bereitete. Es handelte sich um eine *Apanteles*-Art, und nach den Ausführungen von STELLWAAG (1924) und MARTELLI (1931) musste deshalb zunächst auf *Apanteles difficilis* (NEES) geschlossen werden, da die biologischen Eigenschaften sich mit den Beschreibungen dieser Autoren deckten.

Im Laufe des folgenden Winters (1955-1956) wurden aus allen Teilen des Befallsgebietes Raupen auf Parasitierung durch solitäre



*Apanteles*-Larven geprüft. Diese konnten dabei überall nachgewiesen werden, traten aber in sehr unterschiedlicher Stärke auf. Der Parasitierungsprozentsatz wechselte auf engstem Raume ausserordentlich stark. Im Gebiet von Ingelheim wurden in den verschiedenen Obstanlagen zwischen 4 und 22 % festgestellt. Im Raume südlich Oppenheim war der Befall an einigen Stellen geringer (1-4 %), erreichte aber oft in eng benachbarten Beständen 20 % und in einem Falle sogar 28 %. Bei Waltersweiler in Baden wurden nebeneinander 3 % und 25 % festgestellt. In Bruchsal betrug die Parasitierung 0,5-2 % und bei Heidelberg 0-0,6 %. Die Schwankungen waren damit erheblich stärker als bei *Ap. glomeratus*, ohne dass dafür ein Grund angegeben werden könnte.

Bei den Untersuchungen fanden sich im Innern der Winterester einzelne leere, weisse Braconiden-Kokons mit abgesprengtem Deckel. Ein geringer Prozentsatz (etwa 10 %) der Tiere war also schon im Spätherbst geschlüpft. Die im Herbst bei Präparation der Raupen festgestellten Larven waren teilweise von sehr unterschiedlicher Grösse gewesen. Die Möglichkeit, dass es sich bei den früher geschlüpften Tieren um eine andere Art handelte, die in geringerer Zahl vertreten war, ist damit zwar nicht widerlegt, doch ist es wahrscheinlicher, dass die unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeit innerhalb der Art zu verschiedenen Schlüpfterminen führte.

Im Winter 1956-1957 war ein allgemeiner Rückgang der Parasitierung zu beobachten. Bei Ingelheim betrug der Befall nur noch 8 %, und im Raum südlich Oppenheim waren im nördlichen Teil des Gebietes keine solitären Larven mehr nachzuweisen, während weiter südlich etwa 5 % der Raupen parasitiert waren. Bei Heidelberg fanden sich in 0,5 % der Tiere solitäre Larven. Inzwischen hatte bereits der auf mehrere Ursachen zurückzuführende Zusammenbruch der Baumweisslingsgradation eingesetzt, welcher zu einer so starken Verringerung der Population führte, dass im folgenden Winter (1957-1958) keine Nester mehr untersucht werden konnten.

Bereits gegen Ende Mai 1955 wurde an einem Obstbaum zwischen den überall vorhandenen Kokons von *Ap. glomeratus* ein Häufchen von Kokons gefunden, das zu einer anderen Art gehören musste. Während die Gespinste von *Ap. glomeratus* bekanntlich schwefelgelb sind, war die Farbe hier weisslich mit einem leichten rötlich-gelben Schein. Die Kokons waren kleiner als die von *Ap. glomeratus* und besaßen dünnere und weichere Wände. Die ausschlüpfenden Wespen gehörten ebenfalls zur Gattung *Apanteles*, konnten aber nicht näher bestimmt werden. Nach den Beschreibungen der im vorigen Kapitel genannten Autoren bestand aber die Wahrscheinlichkeit, dass es sich hier um *Ap. spurius* (WESM.) handelte. Allerdings wird die Farbe der Kokons von *Ap. spurius* durch FAHRINGER (1937) ebenfalls mit « schwefelgelb » angegeben. NEES (1834) spricht bei *M. pieridis* von



« *folliculis obscure testaceis* » (Bd. 2, S. 405), und nach BOUCHÉ (1834) und RATZBURG (1844) sind die Kokons dieser Art « *dunkelgelb* ». MARSHALL (1885) dagegen, der die Beschaffenheit der Kokonhäufchen bei der Gattung *Apanteles* für ein wichtiges Merkmal zur Unterscheidung der Arten ansieht, beschreibt sie für *Ap. spurius* als « *white, with hardly a sulphur-tinge* » (S. 180), und MARTELLI (1931) sagt, sie seien « *di colore isabellino* » (S. 221). MARSHALL fügt noch hinzu, die Kokons seien « *enveloped in a cottony ball, like those of congestus, but white, and less regularly formed* » (S. 180). FAHRINGER (1937) erwähnt ebenfalls, dass die Kokons « *in grosser Zahl in ein wolliges Gespinst gehüllt* » (S. 140) sind. STEINER (1937) bringt eine Abbildung dieses Gespinstes, welches offenbar sehr dicht und dick und nach seinen Angaben von weisser Farbe ist. MARTELLI (1931) veröffentlicht ebenfalls ein Photo der Kokonhäufchen, auf dem man aber trotz schlechter Reproduktion die einzelnen Kokons stellenweise von aussen durch das Gespinst hindurch zu erkennen vermag, welches also nur relativ schwach ausgebildet sein kann. Falls also das von STEINER photographierte dicke Gespinst nicht wider Erwarten nachträglich von der Raupe angefertigt wurde (er erhielt den Parasiten aus *Laphygma exigua* HB.), können die von ihm und MARTELLI gezogenen Arten nicht identisch sein. Das bei Ingelheim (Rhein) gefundene Kokonhäufchen entsprach im Aussehen dem Photo von MARTELLI.

Im Sommer 1956 traten weissliche Kokonhäufchen in unterschiedlicher Stärke in fast allen Befallsgebieten auf. Die verlassenen Wirtsraupen fanden sich dabei meistens unmittelbar neben oder gar auf den Kokons. Da die vorher bei der Präparation der Raupen vorgefundenen Parasitenlarven zu leicht mit denen von *Ap. glomeratus* verwechselt werden konnten, war nur zu diesem Zeitpunkt eine Abschätzung der Befallsstärke möglich. Das geschah durch Vergleich mit der gleichzeitig aufgefundenen Anzahl der Kokonhäufchen von *Ap. glomeratus* und vor allem durch Vergleich mit der Zahl von Baumweisslingspuppen, die ja von beiden Parasiten nicht befallen worden waren. Südlich Oppenheim erwies sich die Parasitierung als unterschiedlich stark. Im nördlichen Teil dieses Bereiches war die Wespe nur schwach vertreten, weiter südlich dagegen waren die weissen Kokons etwa halb so zahlreich wie die gelben, und der Befall betrug etwa 12 %. Bei Ingelheim waren an einzelnen Stellen sogar die weissen Kokonhäufchen in der Überzahl. Die Parasitierung durch beide Arten war dort insgesamt etwa gleich stark und kann mit ungefähr je 20 % angesetzt werden. Bei Heidelberg waren die weisslichen Kokons nicht festzustellen; dagegen wanderten Larven dieser Art in ziemlicher Anzahl aus Raupen aus, die im 4. und 5. Stadium in Baden (Griesheim, Weier, Waltersweier) eingetragen worden waren, und übertrafen hier *Ap. glomeratus* wesentlich an Zahl.

Im Sommer 1957 war der Baumweissling zahlenmässig sehr stark

zurückgegangen. Der Zusammenbruch der Gradation hatte in weiten Gebieten eingesetzt. In anderen Teilen, besonders bei Ingelheim, waren die Raupen durch intensive Pflanzenschutzmassnahmen stark dezimiert worden. Das Ausmass der Parasitierung konnte deshalb nicht mehr festgestellt werden.

Sowohl von den solitären als auch von den gregären Braconiden wurden im Jahre 1956 einige Exemplare an G.E.J. NIXON (London) geschickt, der beide für identisch erklärte und als *Apanteles pieridis* (BOUCHÉ) bestimmte. Ihm sei für seine Mühe auch an dieser Stelle herzlich gedankt. Die festgestellte Identität beider Wespen entsprach den Ergebnissen inzwischen begonnener Zuchtversuche, über die noch zu berichten ist. NIXON fügte hinzu, dass *Ap. pieridis* (BOUCHÉ) zu Unrecht für synonym mit *Ap. spurius* (WESM.) gehalten werde. Über diese Frage kann ich kein Urteil abgeben, möchte aber auf die oben erwähnten Diskrepanzen zwischen den Beschreibungen von Farbe und Aussengespinst der Kokons hinweisen. In vorliegender Arbeit übernehme ich deshalb den von NIXON gewählten Namen, werde aber meine Ergebnisse mit den Beobachtungen vergleichen, die andere Autoren an *Ap. spurius* (WESM.) und *Ap. difficilis* (NEES) als Parasiten des Baumweisslings gemacht haben.

#### IV. Biologie

##### 1. EIBLAGE.

Um den Zeitpunkt festzustellen, an dem die Eier der solitären Generation in die Raupen von *A. crataegi* gelegt werden, wurden im Sommer 1956 mehrfach Frassnester der Raupen in der Umgebung von Ingelheim (Rhein) gesammelt und auf Parasitierung untersucht.

Erstmalig wurden solche Raupenkolonien am 10.7. eingetragen. Zu diesem Zeitpunkt hatte etwa ein Drittel der Tiere die Eier verlassen, und am folgenden Tage häuteten sich die ersten Exemplare zum zweiten Stadium. Eine Untersuchung von insgesamt 1103 Raupen ergab, dass 37 % von ihnen solitäre *Apanteles*-Larven enthielten. Eier des Parasiten fanden sich dagegen trotz sehr sorgfältiger Präparation nicht. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Untersuchung drei Tage in Anspruch nahm und dass eventuell innerhalb dieser Zeit aus den letzten Eiern noch die Larven geschlüpft sein könnten. Aber auch am ersten Tage der Untersuchung (am 11.7.) fanden sich ausschliesslich Larven, aber keine Eier. Im Gegensatz dazu waren von *Ap. glomeratus* auch am 13.7. keine Larven, sondern nur Eier vorhanden. Während deshalb bei *Ap. glomeratus* geschlossen werden konnte, dass die Eiablage erst kurz vor dem 10.7. begonnen hatte, ist hier zu folgern, dass sie bereits kurz vor dem 10.7. abgeschlossen war. Da vorher vom Pflanzenschutzamt Mainz einige Imagines von *Ap. pieridis* auf Eigelegen des Baumweisslings festgestellt worden waren, wurden auch die aus den restlichen zwei Dritteln der Eier

auskriechenden Raupen genau untersucht. Sie erwiesen sich aber ausnahmslos als parasitenfrei.

Am 24.7. wurden von den gleichen Bäumen weitere Frassnester gesammelt. Von der nunmehr geschlüpften Gesamtzahl aller Raupen enthielten nur noch 14 % Larven von *Ap. pieridis*. Diese Zahl entsprach fast der Erwartung, wenn inzwischen keine weiteren Anstiche mehr erfolgt waren. Die Parasitierung durch *Ap. glomeratus* hatte dagegen in der Zwischenzeit wesentlich zugenommen. Im Gegensatz zu *Ap. glomeratus* (WILBERT, 1959 b) sind also hier nur die ganz jungen Raupen oder die fast schlupfreifen Eier belegt worden. Die Tatsache, dass die am 10.7. gesammelten Eier unparasitiert waren, sprach nicht gegen die letztere Möglichkeit, da die Raupen aus den parasitierten Eiern ja bis zum 10.7. bereits geschlüpft sein konnten.

Am 24.7. waren Raupen der ersten drei Stadien des Baumweisslings nebeneinander vorhanden. Von ihnen war das dritte Stadium zu 30 % parasitiert, das zweite zu 15 % und das erste zu 3 %. *Ap. glomeratus* hatte im Gegensatz dazu das erste Stadium weitaus am stärksten befallen. Die bei *Ap. pieridis* festgestellten Zahlen entsprechen den oben gezogenen Schlüssen und zeigen ausserdem, dass hier im Gegensatz zu *Ap. glomeratus* (siehe LIPA 1958, WILBERT 1959 b) der Befall offensichtlich nicht zu einer Entwicklungsverzögerung führt. Die parasitierten Raupen des ersten Stadiums enthielten überwiegend ausserdem auch noch Larven von *Ap. glomeratus*, so dass vermutet werden darf, dass bei ihnen die Entwicklung dadurch etwas langsamer erfolgt ist.

Während an der genannten Stelle die Parasitierung 14 % betrug, war sie in anderen Obstanlagen bei Ingelheim erheblich niedriger, so dass sich insgesamt durchschnittlich die auf Seite 186 angegebene Befallsstärke von 8 % ergab.

Zur weiteren Klärung des Befallszeitpunktes wurden ebenfalls im Jahre 1956 die ersten Laborversuche unternommen. Dazu standen Wespen zur Verfügung, die aus eingesammelten Kokonhäufchen um die Monatswende Mai-Juni geschlüpft waren und sich also gregär entwickelt hatten. Die ersten Raupen des Baumweisslings schlüpfen in normalen Jahren Anfang Juli, so dass also zunächst keine Baumweisslingsräupchen für die Versuche vorhanden waren. Es wurden deshalb Zuchtversuche mit Raupen von *Pieris brassicae* L. durchgeführt. Tiere des ersten und zweiten Stadiums wurden von den Wespen angestochen, und nach 3-4 Wochen wanderten die erwachsenen Parasitenlarven aus. Sie spannen ihre weisslichen Kokons, aus denen etwa 8-10 Tage später die Imagines schlüpfen. Diese Zucht gelang ohne Schwierigkeiten, wobei sich die Larven wiederum gregär entwickelten. Die Entwicklungsdauer war so, dass die Imagines etwa zu einer Zeit erschienen, in der draussen die Jungraupen der neuen *Aporia*-Generation aus den Eiern schlüpfen.



Mit den aus *P. brassicae* gezogenen Wespen wurden deshalb neue Zuchtversuche durchgeführt, Dabei wurden den Tieren teilweise frischgeschlüpfte Jungraupen, teilweise auch Eier zum Anstich geboten. Die Weibchen machten sowohl an den Raupen wie an den Eiern Anstichversuche, doch konnte in keinem Fall der Anstich wirklich beobachtet werden. Die Weiterzucht der Jungraupen gestaltete sich schwierig, da sie sehr stark von einer Polyederseuche befallen waren. Bei Untersuchung der Tiere im zweiten und dritten Stadium ergab sich aber, dass eine Anzahl von ihnen solitäre Braconidenlarven enthielt, und zwar auch solche Raupen, die nur im Eistadium mit den Wespen zusammen gewesen waren. Die Larven waren schon sehr gross, und Anfang September schlüpften aus weitergezüchteten Raupen des dritten Stadiums vier einzelne Imagines.

Da zu jener Zeit das Ergebnis der Bestimmung von NIXON noch nicht vorlag, erschien das Resultat dieses Versuches zunächst recht fragwürdig, da es voraussetzte, dass der gregäre Parasit in diesem Falle einzelne Eier abgelegt hatte und zwar teilweise schon in die Eier des Falters. Letztere Tatsache war besonders verwunderlich, da Ei-Larven-Parasitismus relativ selten ist und nach CLAUSEN (1940) innerhalb der Unterfamilie der Microgasterinae bei den Braconiden nur *Microgaster marginatus* NEES bereits die Eier des Wirtes ansticht, soweit bis dahin bekannt war. FABRE (1908) berichtete allerdings auch von *Ap. glomeratus* über eine Eiablage in die Wirtseier, doch wurde diese Behauptung später von einer grösseren Anzahl anderer Autoren zurückgewiesen. Nur JOHANSSON (1951) konnte unter Laborbedingungen eine erfolgreiche Eiablage dieser Wespe in die Eier des Kohlweisslings erzielen. Diese Art der Fortpflanzung scheint aber bei *Ap. glomeratus* eine Ausnahme zu sein (\*). Eine Wiederholung und Erweiterung des eigenen Versuchs erschien also dringend erforderlich.

Um den Parasiten das Auffinden ihrer Wirte zu erleichtern, wurden die Experimente des Sommers 1957 meistens in kleinen Glasgefässen von etwa 3 cm Durchmesser und 10 cm Länge durchgeführt, die an einer Seite mit Gaze verschlossen waren. Leider sind alle diese Versuche, soweit sie *A. crataegi* betrafen, sehr stark dadurch beeinträchtigt worden, dass sich die Polyeder-Virose, die im Freiland wesentlich zum Zusammenbruch der Gradation beitrug, auch in den Zuchten immer stärker ausbreitete. Alle eingehenden Tiere wurden natürlich sofort auf Parasiten untersucht. Die Mehrzahl der Raupen spann sich aber im Herbst noch in die Winternester ein, und erst im Frühjahr 1958 ergab sich dann, dass diese Tiere während des Winters ausnahmslos eingegangen waren, anscheinend ebenfalls an der Polyederseuche. Sie waren offensichtlich teilweise vorher verjaucht denn

(\*) Inzwischen ist sie auch für *Apanteles hyphantriae* RILEY nachgewiesen worden (TADIĆ, 1958).



die Kadaver waren meistens dunkel verfärbt, mit der Kokonwand verklebt und völlig zusammengeschrumpft. Eine nachträgliche Untersuchung auf Parasiten erwies sich auch nach sorgfältigem Aufweichen der Raupen als unmöglich. Die Auswertung der Versuche beschränkt sich also auf die vorzeitig abgestorbenen und sofort untersuchten Tiere, bei denen der Parasitenbefall noch sicher festzustellen war.

Die Wespen, die zu den im Sommer 1957 durchgeführten Versuchen benutzt wurden, hatten nach gregärer Entwicklung in *A. crataegi* wiederum eine ebenfalls gregäre Zwischengeneration in *P. brassicae* durchlaufen. Zunächst wurden zwei schlupffreie Gelege aus dem Insektarium je einer Anzahl von *Ap. pieridis*-Weibchen geboten. Das Ergebnis ist in Tab. I. wiedergegeben. In beiden Fällen, besonders aber beim zweiten Gelege, schlüpfte während des Versuchs bereits eine Anzahl von Raupen, so dass es nicht sicher ist, ob die Eier oder die bereits geschlüpften Tiere belegt wurden. Ein Versuch mit einem frischen Eigelege schlug fehl. Die Weibchen wurden offensichtlich durch die Eier nicht im mindesten zum Anstich gereizt. Als dieselben Tiere anschliessend zu jungen Raupen gegeben wurden, blieben aber auch hier die Anstiche aus.

TABELLE 1

Eiablage von *Apanteles pieridis* in Gelege von *Aporia crataegi*, aus denen ein Teil der Raupen bereits während des Versuches auschlüpfte.

Gelege Nr.	Zahl d. Wespen	Zahl d. vorzeitig eingegang. Raupen	davon parasitiert	Zahl der Larven pro paras. Raupe
1.....	15	19	10	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 13
2.....	10	12	5	2, 2, 3, 6, 19

Zu einem weiteren *Aporia*-Gelege, bei dem die dunklen Kopfkapseln der Raupen bereits durchschimmerten, wurden 3 Weibchen von *Ap. pieridis* gegeben und nach 3 Stunden wieder entfernt. Noch keine der Raupen war zu diesem Zeitpunkt geschlüpft. Ein Anstich war nicht beobachtet worden. Die Tiere krochen am folgenden Tage aus den Eiern. 22 von ihnen gingen vor Anfertigung der Winternester ein. 14 davon erwiesen sich als parasitiert und enthielten

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 3

Larven. Hier waren also mit Sicherheit die Eier belegt worden, und zwar offenbar mit je einem Parasiten. Die wenigen Tiere mit zwei oder drei Larven wurden wahrscheinlich im Ei mehrfach angestochen.

Die folgenden Anstichversuche wurden in Petrischalen durchgeführt, damit das Verhalten der Wespen unter dem Binocular beo-

bachtet werden konnte. Die Weibchen machten sofort Anstichversuche und drängten sich dabei zeitweise auf den Gelegen. Eine klebrige Substanz, welche die Eier überzieht, behinderte die Tiere dabei zwar ein wenig, beeinflusste aber offenbar kaum ihre Legeversuche. Der Stachel tastete zu Beginn das Ei ab und wurde dann in dessen oberem Drittel etwa senkrecht zur Oberfläche schräg seitlich angesetzt. Die meisten dieser Versuche blieben allerdings erfolglos. Das Chorion erwies sich als relativ hart und liess sich nur in einem Teil der Fälle durchstossen. War der Einstich gelungen, so wurde der Stachel im Ei fast parallel zur Hülle nach unten geführt. Seine Lage in der Nähe der Wand war oft durch das Chorion hindurch zu erkennen. Die Muskelbewegung bei der Eiablage konnte beobachtet werden. Der Stachel befand sich durchschnittlich etwa 2 Sekunden lang im Ei. Dabei hob die Wespe nur in einigen Fällen Flügel und Beine in jener charakteristischen Weise, wie es von *Ap. glomeratus* beim Anstich der Wirte bekannt ist. Nach Rückziehen des Stachels machten die Tiere sofort Anstichversuche an einem Nachbarei. So belegte das einzelne Weibchen in kurzer Zeit eine grössere Anzahl von Wirten. Nur in einem Falle war an der perforierten Stelle der Austritt eines Flüssigkeitstropfens zu beobachten.

Zwei Gelege mit durchscheinenden Kopfkapseln wurden auf diese Weise 10 Wespen zum Anstich geboten. Vier Raupen hatten sich bereits halb aus ihren Hüllen genagt, als der Versuch begann. Diese Tiere, welche nun über die Gelege krochen, wurden von den Wespen immer wieder abgetastet. Anstichversuche misslangen aber in allen Fällen. Die Weibchen versuchten immer wieder, den Stachel anzusetzen, während sie das Opfer gleichzeitig noch mit den Fühlern betasteten, was aber wegen der geringen Grösse der Tiere unmöglich war. Demnach scheint *Ap. pieridis* in der Regel wohl nur Wirte zu belegen, welche bei der Eiablage schon fast die Grösse des Weibchens haben oder, wie die Eier und meistens auch die Jungraupen von *A. crataegi*, in grösserer Anzahl eng beisammen sind. (Vergleichende Beobachtungen an Eiraupen von *P. brassicae* ergaben, dass in vielen Fällen eine der eng beisammen sitzenden Raupen abgetastet und gleichzeitig eine andere angestochen wurde.) Der Versuch wurde bereits nach 40 Minuten abgebrochen, weil die gleichen Eier teilweise wiederholt angestochen wurden. Die vier bereits geschlüpfen Raupen wurden bei Beendigung des Versuches entfernt. Das Schlüpfen der übrigen Tiere begann wenige Stunden später. In der Folgezeit gingen 67 von ihnen ein. 22 davon waren parasitiert und enthielten

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 21

Larven. Auch hier hatte also, mit einer Ausnahme, offenbar wieder solitäre Eiablage stattgefunden.

Die bisher geschilderten Versuche ergaben eindeutig, dass *Ap. pieridis* in der Lage ist, die Eier von *A. crataegi* kurz vor dem Schlüpfen zu belegen. Dagegen liess sich daraus nicht entnehmen, wie weit diese für eine erfolgreiche Eiablage mindestens entwickelt sein müssen. Deshalb wurde ein Gelege, bei dem die Kopfkapseln noch nicht durchschimmerten, mit den Wespen zusammengebracht. Allerdings schlüpf-

ten auch hier die Raupen bereits 2-3 Tage später. 14 von ihnen gingen vorzeitig ein. 7 davon waren parasitiert und enthielten

1, 1, 1, 1, 1, 1, 4

Larven. Jüngere Gelege standen nicht mehr zur Verfügung, so dass keine weiteren Versuche durchgeführt werden konnten. Da aber im Freiland eingesammelte Gelege immer unparasitiert waren, darf man daraus vielleicht schliessen, dass frische Gelege in der Regel nicht angestochen werden. Diese Überlegung entspricht auch dem Freilandbefund von 1956 (s. S. 188), wonach am 10.7. von den bereits geschlüpfte Raupen 37 % parasitiert waren, während die jüngeren Gelege, aus denen die Raupen später auskrochen, keine Parasiten enthielten.

Weitere Anstichversuche wurden mit Raupen der ersten drei Stadien unternommen. Die Ergebnisse sind in Tab. II zusammengefasst. Auch hier konnten nur die vorzeitig an der Polyeder-Krankheit eingegangenen Tiere auf Parasitierung untersucht werden. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass solitäre Eiablage nur bei Raupen des ersten Stadiums vorkam. Schon am Verhalten der Weibchen bei der Eiablage liessen sich die Unterschiede zwischen solitärer und gregärer Belegung erkennen. Die Anstiche bei Raupen des ersten Stadiums wirkten meistens flüchtig. Sie dauerten nur 1-2 Sekunden. Allerdings wurden trotzdem Flügel und Hinterbeine kurz angehoben. Vielleicht ist diese Haltung als Schutzmassnahme zu deuten, durch die Beine und Flügel möglichst weit von der Raupe entfernt werden, damit sie durch den oft zur Abwehr ausgeschiedenen Vorderdarminhalt nicht benetzt werden. Beim zweiten und dritten Stadium dauerte die Eiablage länger, meistens etwa 8 Sekunden, und war in jedem Fall mit Anheben der Flügel und Beine verbunden. Die Angriffsfreudigkeit der Tiere wies von Mal zu Mal sehr grosse Unterschiede auf. Da die Wespen immer in gleicher Weise gehalten wurden, liess sich die Ursache dafür nicht klären. Es scheint, dass die Intensität der Beleuchtung dabei von Bedeutung ist.

TABELLE 2

Eiablage von *Apanteles pieridis* in Raupen von *Aporia crataegi*.

Stadium z. Zeit der Eiablage	Zahl d. Raupen	Zahl d. Wespen	Zahl d. vorzeitig eingegang. Raupen	davon parasitiert	Zahl der Larven pro paras. Raupe
I	25	7	3	2	1, 6
I	2	15	8	5	1, 1, 1, 2, 17
I	4		4	4	1, 1, 1, 3
II	18	je 1 Anstich	3	2	16, 17
II	25	15	11	4	13, 17, 18, 36
III	6	10	2	2	3, 15

Zum Vergleich seien hier die Versuche mit *P. brassicae* angeführt. Sie wurden unternommen mit Parasiten, die sich gregär in *A. crataegi*

entwickelt hatten (s. S. 191). Die Tiere waren hier durchschnittlich weniger aggressiv als bei *A. crataegi* und vor allem auch weniger als *Ap. glomeratus* bei *P. brassicae*. Vielleicht ist das ein Hinweis darauf, dass *P. brassicae* draussen nicht zu den bevorzugten Wirten von *Ap. pieridis* gehört. Deutlich war allerdings zu erkennen, dass die Weibchen oft in Erregung gerieten, wenn sie auf einem Kohlblatt auf solche Stellen stiessen, über die vorher *Pieris*-Raupen gekrochen waren. Vereinzelt wurden solche Stellen auch mit dem Legestachel berührt. FAHRINGER (1937) führt den Kohlweissling als Wirt dieser Wespe an, doch haben andere Autoren (PICARD 1922, VOUKASSOVITCH 1926, MARTELLI 1931) beobachtet, dass *P. brassicae* von *Ap. spurius* unparasitiert blieb, wenn gleichzeitig *A. crataegi* stark befallen war. Trotzdem fanden aber im Labor bei *P. brassicae* zahlreiche Anstiche statt; das Ergebnis ist in Tab. III wiedergegeben. Diese gibt ein weniger klares Bild als die Versuche mit *A. crataegi*. Einzelablage kam aber auch hier nur bei jungen Raupen vor, diesmal allerdings beim ersten und zweiten Stadium.

TABELLE 3

Eiablage von *Apanteles pieridis* in Raupen von *Pieris brassicae*.

Die Kreuze in der letzten Spalte der Tabelle sind in solchen Fällen gesetzt, in denen eine grössere Anzahl von Larven (mindestens 15) aus einer Raupe auswanderte. Die genaue Zahl hätte nur durch Zerpflücken des Kokonhäufchens ermittelt werden können. Davon wurde Abstand genommen, um die Puppen nicht zu verletzen, da die Tiere zu weiteren Versuchen benötigt wurden.

Stadium	Zahl d. Raupen	davon z. Puppe entwickelt (unparas.)	abgestorben	parasitiert	Dauer der Entwickl. in d. Raupe (Tage)	Zahl d. aus parasitierten Raupen ausgewanderten Larven bei den Raupenstadien		
						III	IV	V
I	10	7	0	3	20	1, 10	0	+
I	30	22	0	8	14	0	0	6, 9, 12, +, +, +, +, +
I-II	43	25	1	17	18	0	0	+ + + + + + + + + +
II	20	14	2	4		4	0	1, 1, 6
II	14	7	1	6	12	1, 1, 1, 1, 1, 1	0	0
III	14	11	0	3	15	0	0	+, +, +,
III-IV	3	0	1	2	15	0	0	+, +,
IV-V	3	1	0	2	15	0	0	+, +,
IV-V	8	2	0	6	10	0	0	+, +, +, +, +, +,



Der Anstich älterer *Pieris*-Raupen ist für *Ap. pieridis* genau wie für *Ap. glomeratus* sehr erschwert, da die Raupen heftige Abwehrbewegungen durchführen und den Tieren einen grünen Saft entgegenspucken, von dem diese sich oft nicht wieder befreien können. Entsprechende Versuche waren deshalb mit grossen Verlusten an Parasiten verbunden und führten nicht zum Erfolg. Nur unmittelbar vor der Häutung, wenige Stunden vor dem Abstreifen der Kutikula, sind die Raupen weniger beweglich. Vor allem unterbleibt dann die Ausscheidung des grünen Saftes fast ganz. Damit ist also noch eine zeitlich begrenzte Möglichkeit zum Anstich älterer Raupen gegeben. Allerdings scheinen die langen Borsten der grossen Raupen etwas zu stören. Wenn eine Wespe eine Raupe abtastete, ohne sie zu belegen, so konnte der Anstich in den meisten Fällen sofort ausgelöst werden, wenn man das Glasgefäss ganz leicht schüttelte. Dadurch wurde auch die Raupe ein wenig bewegt, was anscheinend ein Reiz zum Anstich war. Die somit vor den beiden letzten Häutungen gegebene Möglichkeit der Parasitierung wurde in den Experimenten ausgenutzt, deren Ergebnisse in den drei letzten Zeilen der Tabelle dargestellt sind.

Da bei den Versuchen mit *A. crataegi* das Auswandern des Parasiten wegen der Polyeder-Virose nicht mehr beobachtet werden konnte, ist bei *P. brassicae* der Zeitpunkt des Auswanderns von besonderem Interesse. In den weitaus meisten Fällen wurde die Wirtsraupe erst im 5. Stadium verlassen. Einige Larven wanderten auch bereits aus, als sich der Wirt noch im dritten Stadium befand; dagegen wurde nie beobachtet, dass eine Raupe des vierten Stadiums Parasiten entliess. Da die Zahl der Versuche nur gering ist, kann man daraus nicht mit Sicherheit auf eine wirkliche Bevorzugung des 3. und 5. Raupenstadiums schliessen. Freilandbeobachtungen bei *A. crataegi* schienen allerdings ebenfalls darauf hinzuweisen: Die solitären Larven verliessen den Wirt, wenn er sich im dritten Stadium befand, die gregären wanderten im 5. Stadium aus. Auch in den Versuchen mit *P. brassicae* scheint eine Abhängigkeit zwischen der Zahl der Parasiten pro Raupe und dem Stadium zu bestehen, in dem die Larven auswandern.

Von Interesse sind noch die beiden letzten Versuche, da der Anstich hier ungewöhnlich spät erfolgte. Im ersten dieser beiden Experimente verpuppte sich die gesunde Raupe nach 6 Tagen, während aus den beiden anderen erst nach 15 Tagen die Parasiten auswanderten, ohne dass vorher die Verpuppung erfolgte. Da die drei Tiere ihre letzte Häutung gleichzeitig durchlaufen hatten, ist das 5. Larvenstadium hier also durch die Parasitierung um etwa 9 Tage verlängert worden. Im letzten Versuch verpuppten sich die beiden gesunden Raupen nach 5 bzw. 6 Tagen, und die Parasiten wanderten nach 10 Tagen aus den übrigen aus. Hier war also eine Verlängerung des letzten Häutungsstadiums um 4-5 Tage zu beobachten. In beiden

Versuchen verfärbten sich die parasitierten Raupen nach Ablauf der normalen Entwicklungszeit dunkel. An die Körperwand wurde dabei von innen ein roter Farbstoff abgelagert. Dieselbe Erscheinung kann man beobachten, wenn man *P. brassicae* zum gleichen Zeitpunkt von *Ap. glomeratus* belegen lässt. Der Parasit, der ja wahrscheinlich nach der Puppenhäutung seine Entwicklung nicht fortsetzen könnte, verhindert also auf eine bisher unbekannte Weise diese Häutung.

## 2. DER JAHRESZYKLUS.

In Bezug auf Einzelheiten in der Entwicklung der solitären Generation kann auf MARTELLI (1931) verwiesen werden, dessen Angaben über den von ihm mit Vorbehalt als *Ap. difficilis* bezeichneten Parasiten sehr gut mit den eigenen Beobachtungen übereinstimmen. Seiner Beschreibung entsprechend war auch in eigenen Zuchten deutlich festzustellen, dass die parasitierten Raupen bedeutend grösser waren als die übrigen. Dieser Unterschied gestattete während des Winters eine recht gute äussere Unterscheidung befallener und unbefallener Tiere. Dabei konnte auch eine schon von MARTELLI beobachtete leichte Verdickung der Raupe in der Körpermitte (etwa in der Gegend des ersten Bauchfusspaares) festgestellt werden, deren Ursache nicht völlig klar ist, da sie manchmal bereits auftrat, wenn die Parasitenlarve noch zu klein schien, um sie rein mechanisch zu verursachen. Überhaupt ist die bedeutendere Grösse der befallenen Raupen in erster Linie nicht etwa auf eine passive Dehnung durch den heranwachsenden Parasiten zurückzuführen. Sie waren vielmehr stärker gewachsen, und ihr Fettkörper war in fast allen Fällen besonders gut entwickelt (vergl. auch S. 189). Diese Beobachtung schien verwunderlich, weil vielfach die Auffassung besteht, dass entomophage Parasiten in erster Linie vom Fettkörper ihrer Wirte leben. BOESE (1936) hat aber bereits festgestellt, dass die Fettzellen durch die von ihm untersuchten Parasitenlarven zunächst nicht angegriffen wurden und erst auf einem späteren Stadium degenerierten. Bei *Ap. pieridis* liegt aber offenbar ausserdem eine spezifische Reaktion des Wirtes vor, die z. B. beim Befall durch *Ap. glomeratus* nicht beobachtet werden konnte.

Die Larven von *Ap. pieridis* waren gegen Ende des Winters deutlich grösser als im Spätherbst, während bei *Ap. glomeratus* keine Grössenzunahme zu verzeichnen war. Entweder ist also die Diapause bei *Ap. pieridis* von kürzerer Dauer, oder es tritt keine echte Diapause ein, sondern lediglich eine kältebedingte Wachstumsverlangsamung.

Aus im Freien gesammelten Winternestern wanderten die parasitierten Raupen durchschnittlich einige Tage früher aus als die unbefallenen. Von 160 Raupen, welche bis zum 3. März in einem ungeheizten Raum die Nester verliessen, enthielten 126 (= 79 %) Larven

von *Ap. pieridis*, obwohl insgesamt nur 22 % der Raupen in den Nestern befallen waren. Von den übrigen 36 Tieren waren nur 7 völlig frei von Parasiten, die übrigen enthielten Larven von *Ap. glomeratus*.

Wenige Tage, nachdem die Wirtsraupen ihre Winterester verlassen hatten, wanderten die Parasitenlarven aus den Raupen aus und spannen sich neben ihnen in ihre weisslichen Kokons ein. Das geschah im Labor, auch im ungeheizten Raum, natürlich wesentlich früher als draussen. Leider liegen aus dem Freiland keine genauen Beobachtungen darüber vor. Der Ausbruch der Polyeder-Virose und der Zusammenbruch der Gradation verhinderten die geplanten ausgedehnten Frühjahrsbeobachtungen. Das 1955 beobachtete Schlüpfen der Imagines zu Anfang Mai (s. S.185) erscheint im Vergleich zu den Laboratoriumsergebnissen etwas spät, da es erst einen Monat nach Verlassen der Winterester erfolgte, stimmt aber etwa mit Feststellungen von MARTELLI (1931) überein.

Auch die erneute Belegung der gesunden Raupen konnte leider nicht mehr beobachtet werden. Ob sie noch im 3. Stadium erfolgt, wie MARTELLI von *Ap. spurius* vermutet, ist ungewiss. Ein grosser Teil der Raupen hat sich beim Erscheinen der Wespen sicher schon zum 4. Stadium gehäutet, und 1955 hatten Anfang Mai die ersten Tiere sogar schon das 5. Stadium erreicht. Wie die Versuche mit *P. brassicae* zeigen, können sich auch nach Belegung älterer Raupen die Larven normal entwickeln. Es bleibt allerdings unklar, wie bei *A. crataegi* die Gegenwehr der grossen Raupe überwunden wird (die auch im dritten Stadium schon recht stark ist).

Gegen Ende Mai schlüpfen die Imagines der gregären Generation aus ihren Kokons. Die Puppenruhe betrug im Labor durchschnittlich etwa eine Woche. Wie bei *Ap. glomeratus* findet sofort nach dem Schlüpfen die Kopula statt. Ob die Tiere ihre Eier in die neue Baumweisslingsgeneration ablegen können, hängt davon ab, in welchem Entwicklungszustand die Wirtseier frühestens für den Parasiten belegbar sind. Genähert schlupffreie Eier stehen erst an den letzten Junitagen zur Verfügung. In Zuchtgefässen lebten die Weibchen aber maximal nur 11 Tage (Zuchtbedingungen nach BLUNCK 1944). Dementsprechend konnten im Labor zunächst nur Anstichversuche bei *P. brassicae* durchgeführt werden, und erst die in den Raupen des Kohlweisslings herangewachsene neue Generation stand wieder für die Parasitierung von Eiern und Raupen von *A. crataegi* zur Verfügung (s. S. 189). Es besteht deshalb die Möglichkeit, dass *Ap. pieridis* im Freien genau wie *Ap. glomeratus* (WILBERT, 1959 b) im Sommer eine Zwischengeneration in einem anderen Wirt durchläuft. Wahrscheinlich handelt es sich dabei allerdings nicht um *P. brassicae*. Welcher der bisher für *Ap. spurius* (WESM.) angegebenen Wirte hier in Betracht zu ziehen wäre, lässt sich wegen der offensichtlichen Unsicherheit in der bisherigen Bestimmung der Parasiten nicht ent-



scheiden. Da bereits die Eier von *A. crataegi* belegt werden können und die Eiablage wenigstens 1956 im Gegensatz zu *Ap. glomeratus* bereits zu einem relativ frühen Zeitpunkt abgeschlossen war (s. S. 188) ist die Folgerung einer Zwischengeneration hier allerdings weniger dringend als dort.

### 3. SUPER- UND MULTIPARASITISMUS.

Bei der Beobachtung der Eiablage von *Ap. pieridis* in die Eier von *A. crataegi* zeigte es sich, dass das gleiche Ei oft mehrfach angestochen wurde (s. S. 192). Die Randeier eines Geleges schienen dabei besonders gefährdet zu sein. Bereits belegte Eier wurden also von den Weibchen in der Folgezeit nicht immer gemieden. Ob die parasitierten Wirte bei weiteren Anstichen aber wenigstens zu einem gewissen Ausmass ausgeschlossen werden können, lässt sich aus dieser Beobachtung nicht entnehmen. Dazu sind statistische Rechnungen notwendig, die dann aber zunächst nur für die Zuchtbedingungen, nicht aber für die vielleicht andersartigen Einflüsse des Freilandes Gültigkeit besitzen. Soweit sich bei dem geringen Umfang des anschliessend ausgewerteten Materials beurteilen lässt, handelt es sich bei den doppelt und dreifach belegten Wirten sehr wahrscheinlich um Mehrfachbelegungen. Vereinzelt ist daneben aber auch offensichtlich gregäre Eiablage erfolgt. Nur der zweite Versuch in Tab. II ist weniger leicht zu deuten.

Die Angabe von STELLWAAG (1924), dass aus der einzelnen Raupe meistens zwei bis drei Larven von *Ap. difficilis* ausgewandert seien, scheint mit ausschliesslich solitärer Eiablage allerdings schwer vereinbar zu sein. Nur bei einer Parasitierung von reichlich 90 % könnte trotz streng solitärer Ablage ein solches Ergebnis entstehen (s. WILBERT, 1959 a). Dabei braucht nicht die ganze Population so stark befallen zu sein, sondern nur der Teil, der den Parasiten zeitlich und örtlich zur Verfügung stand. Leider sagt STELLWAAG darüber nichts. Sicher ist nach seinen Angaben aber, dass sich in den Jungraupen von *A. crataegi* bis zu 5 Larven ungehindert entwickeln können. MARTELLI (1931) fand bei einer Gesamtparasitierung von 17,6 %, dass von 195 Raupen fast die Hälfte nur einmal belegt war, während die anderen mit abnehmender Häufigkeit bis zu 6 Parasiten enthielten. Nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit kann eine solche Verteilung durch rein solitäre Eiablage nur bei etwa 70 % Parasitierung entstehen. Entweder hat also den Wespen nur ein Teil der Gesamtpopulation (etwa 25 %) für den Anstich zur Verfügung gestanden (der dann zu rund 70 % parasitiert wurde), oder es haben einige Tiere pro Anstich mehr als ein Ei abgegeben.

Falls es sich in solchen Fällen, in denen mehrere Larven pro Wirt gefunden werden, um zufallsbedingte Mehrfachbelegungen handelt, so muss der Anteil der Larven, der auf solche Raupen entfällt,



mit steigendem Befallsprozentsatz zunehmen. Fig. 1 zeigt das Ergebnis von Untersuchungen der Raupen im Jahre 1956. Die theoretisch zu erwartende Zunahme ist deutlich zu sehen und beweist, dass es sich hier wirklich um zufallsbedingte Mehrfachbelegungen, also um Superparasitismus, handelt. Entsteht dieser Superparasitismus rein nach Zufallsgesetzen, so ist der Prozentsatz der Eier, welcher auf mehrfach belegte Wirte entfällt, genau so gross wie der

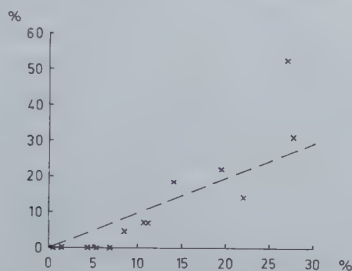


FIG. 1. — Mehrfachbelegung von *Aporia crataegi* durch *Apanteles pieridis*. Abszisse : Prozentsatz der Parasitierung, Ordinate : Prozentsatz der Nachkommen, welche in mehrfach belegten Raupen gefunden wurden. Die Punkte sind Durchschnittswerte aus jeweils mindestens 200 untersuchten Raupen gleicher Herkunft. Die gestrichelte Linie entspricht der theoretisch zu erwartenden Verteilung der Punkte unter den im Text erläuterten Bedingungen.

Prozentsatz der Gesamtparasitierung (WILBERT, 1959 a). Die eingezeichnete gestrichelte Linie gibt diesen Zusammenhang wieder. Man erkennt, dass sie ungefähr der Verteilung der Punkte entspricht. Allerdings gilt die Beziehung nur unter der Voraussetzung, dass alle Tiere den Parasiten gleich stark ausgesetzt sind. Diese Voraussetzung ist aber bei *A. crataegi* wohl nicht immer erfüllt. Im Juli 1956 ergab sich ja (s.S. 188-189), dass Parasiten nur im ersten Drittel der schlüpfenden Raupen zu finden waren, dass aber die später aus den Eiern kriechenden Tiere unbefallen blieben. Es ist ungewiss, wieweitsich dieser Befund verallgemeinern lässt, doch ist daraus ersichtlich, dass die oben genannte Beziehung nur mit Vorsicht angewandt werden darf. Sollte in der Regel nur ein Teil der Gesamtpopulation den Parasiten zur Verfügung stehen, so würde die Verteilung der Punkte in der Nähe der gestrichelten Linie den Schluss zulassen, dass die Weibchen eine gewisse Fähigkeit zur Meidung bereits parasitierter Raupen bzw. Eier haben oder dass das belegungsfähige Stadium des Wirtes verhältnismässig rasch durchlaufen wird, so dass später anfliegende Wespen jeweils jüngere und damit unbelegte Wirte aussuchen müssen. Darauf deutet auch die in der Abbildung nicht aufgenommene Auswertung der Ergebnisse vom 10.7.56 hin : Trotz einer Parasitierung von 37 % beim ersten Drittel der Raupen entfielen nur 19 % der *Apanteles*-Larven auf mehrfach belegte Tiere.

Solitäre Larven, die infolge von Superparasitismus zufällig zusammen auf Kosten desselben Wirtes leben, greifen sich oft gegenseitig an, entweder mechanisch oder durch Veränderungen im Wirtssubstrat. Von einer Art, die sich auch gregär entwickeln kann, sind solche Komplikationen nicht zu erwarten, da ja sonst eine gregäre Parasitierung unmöglich wäre. Der Superparasitismus gibt also hier zusätzlichen Larven die Möglichkeit zur Entwicklung, solange nicht durch Überbelegung Nahrungsschwierigkeiten entstehen. Bei Präparation der Raupen während des Winters zeigte sich, dass die Larven in doppelt oder dreifach belegten Tieren oft ein wenig kleiner waren als die anderen, doch war das Wachstum auch der einzeln lebenden Larven so unterschiedlich, dass daraus keine Schlüsse gezogen werden können.

Auch in der gregären Generation von *Ap. pieridis* scheinen nicht immer alle in einer Raupe vorhandenen Larven einem Anstich zu entstammen. Die Zahl der Tiere, welche sich gleichzeitig in einer Raupe entwickelten, war durchschnittlich grösser als bei *Ap. glomeratus*. Während dort die Kokonhäufchen damals meistens nur 10-20 und vereinzelt bis zu 40 Kokons enthielten, bestanden 20 solche Häufchen von *Ap. pieridis* aus je 32-146 Individuen mit einem Durchschnitt von 74 (s. Tab. V). Auch von *Ap. glomeratus* wurden die Raupen teilweise mehrfach angestochen. Da das Ausmass des Superparasitismus vom Prozentsatz der Parasitierung abhängt und letzterer bei *Ap. pieridis* nicht grösser war als bei *Ap. glomeratus*, waren sehr wahrscheinlich auch die Mehrfachbelegungen nicht zahlreicher. Es wurden also beim einzelnen Anstich entsprechend mehr Eier abgegeben.

Bei Beobachtung der Kokonhäufchen der beiden *Apanteles*-Arten im Mai fiel auf, dass zwar Häufchen gelber und weisser Kokons eng beieinander zu finden waren, dass aber nie beide Arten aus der gleichen Raupe ausgewandert waren. Daraus war zu schliessen, dass die einzelne Raupe entweder nicht nebeneinander von beiden Arten befallen sein kann oder dass wenigstens nicht beide gleichzeitig auswandern. In letzterem Falle musste die zurückbleibende Art mit der Raupe eingehen. Diese Frage wurde experimentell in Angriff genommen, doch verhinderte der Ausbruch der Polyederseuche auch hier die Fortsetzung der Untersuchungen. Bei einem Vorversuch wurden 4 *Pieris*-Raupen des zweiten Stadiums mit *Ap. pieridis* zusammengebracht und nach je einem Anstich wieder entfernt. Die lange Dauer des Legeaktes liess auf gregäre Eiablage schliessen. Anschliessend wurde jede Raupe einmal von *Ap. glomeratus* belegt. Nach 12 Tagen wanderte aus allen eine Anzahl von Larven aus, welche gelbe Kokons anfertigten. Es handelte sich also um *Ap. glomeratus*. Die Auswanderung erfolgte ungefähr zur normalen Zeit aus der Raupe des 5. Stadiums. Eine Untersuchung der Raupen ergab, dass sie noch je 13-18 halberwachsene Larven enthielten. Wie ein Vergleich mit

Tab. III zeigt, nahm die Entwicklung von *Ap. pieridis* in *P. brassicae* meistens etwas längere Zeit in Anspruch als 12 Tage. Die Larven verliessen ihre Wirte (abgesenen von den beiden letzten Versuchne) bei gregärer Parasitierung durchschnittlich an dem Tag, an dem sich die gleichaltrigen gesunden Raupen verpuppten. *Ap. glomeratus* wandert dagegen meistens 1-2 Tage vor der Verpuppung der unparasitierten Raupen gleichen Alters aus der Wirtsraupe aus. Vielleicht ist aber auch bei doppelter Parasitierung ein schädigender Einfluss von *Ap. glomeratus* auf *Ap. pieridis* hinzugekommen, wie er bei Multiparasitismus oft zu beobachten ist. In vorliegendem Falle ist allerdings auch zu beachten, dass sich *Ap. glomeratus* in seinem natürlichen Wirt befand, *Ap. pieridis* dagegen wahrscheinlich nicht. Andererseits besitzt aber *Ap. glomeratus* im Freiland vor der gregären Generation von *Ap. pieridis* in *A. crataegi* einen bedeutenden Zeitvorsprung, da letzterer ja frühestens das dritte Stadium belegt. Nach MARTELLI (1931) wandert *Ap. spurius* aus den Baumweisslingsraupen etwa eine Woche später aus als *Ap. glomeratus*. So ist es also wahrscheinlich, dass auch in *A. crataegi* bei gleichzeitiger Parasitierung durch beide Arten *Ap. glomeratus* die Oberhand behält, sofern *Ap. pieridis* überhaupt Raupen belegt, in denen sich bereits Larven von *Ap. glomeratus* befinden.

In einem Versuch wurden Raupen des 1. Stadiums von *A. crataegi* nacheinander zuerst zu Weibchen von *Ap. glomeratus* und dann zu solchen von *Ap. pieridis* gegeben. Dabei wurden die durch *Ap. glomeratus* angestochenen Tiere durch *Ap. pieridis* nicht gemieden. In einem weiteren Versuch legten Weibchen von *Ap. pieridis* ohne Zögern ihre Eier in solche Raupen des 3. Stadiums von *P. brassicae* ab, die im zweiten Stadium von *Ap. glomeratus* belegt worden waren. Auch hier schlüpfte später nur *Ap. glomeratus*. Da jedoch der Einfluss der Versuchsbedingungen auf das Verhalten der Weibchen unbekannt ist, besitzen diese Experimente für Freilandverhältnisse wenig Beweiskraft.

Bei Untersuchung der Raupen in den draussen gesammelten Winternestern fanden sich oft Solitärarven von *Ap. pieridis* und gregäre Larven von *Ap. glomeratus* nebeneinander. Nach den Beobachtungen vom Sommer 1956 war hier die Reihenfolge der Anstiche aber wahrscheinlich umgekehrt: Die Raupen bzw. Eier sind zuerst von *Ap. pieridis* belegt worden, und nachträglich erst hat *Ap. glomeratus* seine Eier abgelegt. Es zeigte sich dabei, dass solitäre Larven, die zusammen mit *Ap. glomeratus* den gleichen Wirt bewohnten, erheblich kleiner waren als die übrigen. Der Unterschied gegenüber dem Durchschnitt der anderen war hier wesentlich grösser als bei Mehrfachbelegungen der gleichen Art. Hier war es offensichtlich, dass die Larven von *Ap. glomeratus* einen wachstumshemmenden Einfluss auf die andere Art ausübten. Nahrungskonkurrenz hatte



dabei wohl nur eine untergeordnete Bedeutung, da durch Mehrfachbelegungen einer der beiden Arten nie so deutliche Grössenminderungen hervorgerufen wurden. Angesichts dieser Beobachtung ist es auch fraglich, ob *Ap. pieridis* seinen Wirt zum normalen Zeitpunkt verlassen kann, wenn ausserdem Larven von *Ap. glomeratus* vorhanden sind.

TABELLE 4

Parasitierung durch *Apanteles pieridis* und *Apanteles glomeratus* während des Winters bei *Aporia*-Raupen verschiedener Herkunft. Der Prozentsatz in der drittletzten Spalte bezieht sich auf die Gesamtzahl aller Raupen, welche *Ap. pieridis* enthielten, der Prozentsatz in der letzten Spalte auf alle die Raupen, die keine Larven von *Ap. pieridis* enthielten.

Raupen insges.	mit <i>Ap. pier.</i>	ohne <i>Ap. pier.</i>	mit <i>Ap. glom.</i> insges.	mit <i>Ap. glom.</i> + <i>Ap. pierid.</i>		mit <i>Ap. glom.</i> ohne <i>Ap. pierid.</i>	
				Zahl	%	Zahl	%
433	57	376	102	8	14,0	94	25,0
500	71	429	197	20	28,2	177	41,3
257	28	229	51	5	17,9	46	20,0
140	38	102	14	1	2,6	13	12,7
265	28	237	33	0	0,0	33	13,9
169	47	122	21	1	2,1	20	16,4
233	10	223	48	0	0,0	48	21,5
123	24	99	17	0	0,0	17	17,2
235	52	183	38	3	5,8	35	19,1
511	43	468	297	16	37,2	281	60,0
222	15	207	181	14	93,3	167	80,7
410	4	406	228	2	50,0	226	55,7
3 498	417	3 081	1 227	70	16,8	1 157	37,6

Wird eine Wirtsart von zwei Parasiten gleichzeitig befallen, so lässt sich durch Vergleich des Anteils der von beiden Arten belegten Wirte mit den Parasitierungsprozentsätzen der Einzelbelegung ein Anhalt darüber gewinnen, in welchem Ausmass durch die später kommende Art die bereits von der ersten Art parasitierten Wirte nochmals mit Eiern versehen werden. Eine Zusammenstellung für entsprechenden Werte für die beiden *Apanteles*-Arten zeigt Tab. IV. Sie gibt die Auswertungen von Raupen verschiedener Herkunft wieder die zu verschiedenen Zeiten gesammelt worden sind. Würden die bereits belegten Tiere von *Ap. glomeratus* genau so stark mit Eiern versehen werden wie die von *Ap. pieridis* noch unbelegten, so müsste von den Tieren mit und ohne Solitärarven ein gleich grosser Prozentsatz von *Ap. glomeratus* befallen sein. Die Prozentsätze der doppelt parasitierten Raupen sind aber mit einer Ausnahme niedriger. Da *Ap. glomeratus* anscheinend etwas später erscheint als *Ap. pieridis* und dann die Raupen des ersten Stadiums ein wenig bevorzugt, ist dieses Ergebnis verständlich; denn die Wespen belegen dann besonders stark solche Tiere, bei denen der Prozentsatz der Parasitierung durch *Ap. pieridis* geringer ist. Für eine Fähigkeit der Unterscheidung zwischen parasitierten und unparasitierten Raupen durch *Ap. glomeratus* sind die Zahlen also kein Beweis.



### V. Hyperparasiten

Wie *Ap. glomeratus* (siehe z.B. PICARD 1922, BLUNCK 1944, 1951) so wird auch *Ap. pieridis* seinerseits von einer Anzahl von Parasiten befallen, die also Hyperparasiten des Baumweisslings sind. 3227 Kokons, die zu Anfang Juni 1956 eingesammelt worden waren, wurden auf die Artenzusammensetzung der Hyperparasiten untersucht. Zu diesem Zeitpunkt waren die Gespinste bereits von ihren eigentlichen Insassen verlassen. Diese nagen beim Schlüpfen am Kopfende einen kreisförmigen Deckel vom Kokon ab, während die Hyperparasiten sich an sehr verschiedenen Stellen durch ein unregelmässiges Loch ins Freie bohren. Daran lässt sich also noch nachträglich mit völliger Sicherheit feststellen, welche Kokons von *Ap. pieridis* verlassen worden sind. Die Auswertung der relativ geringen Menge von Kokons kann natürlich kein genaues Bild über die Artenzusammensetzung und vor allem über die quantitativen Verhältnisse bei den Hyperparasiten geben. Die Zahl der angetroffenen Arten war jedoch bereits erstaunlich gross. Die Bestimmung erfolgte durch MARGOT JANSSEN. Ihr sei dafür auch an dieser Stelle gedankt.

Im einzelnen wurden folgende Arten ermittelt :

#### Ichneumonidea

*Haplaspis nanus* GRAV.  
*Hemiteles areator* GRAV.  
*Hemiteles submarginatus* BRIDG.  
*Leptocryptus brevis* THOMS.  
*Mesochorus pectoralis* RATZ.  
*Pezomachus instabilis* FÖRST.  
*Pezomachus* cf. *transfuga* FÖRST.

#### Chalcidodea

*Habrocytus poecilopus* CRAWF.  
*Habrocytus eucerus* RATZ.  
*Eurytoma appendigaster* BOH.  
*Dibrachys boucheanus* RATZ.  
*Tetrastichus rapo* WALK.  
*Monodontomerus aereus* WALK.  
*Catolaccus ater* RATZ.

Ob es sich bei *Habrocytus* wirklich um zwei getrennte Arten handelt, war nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

Alle diese Arten traten auch als Parasiten von *Ap. glomeratus* nach Entwicklung in *A. crataegi* auf (WILBERT, 1959 b), was nicht verwunderlich ist, da die Kokons zur gleichen Zeit im gleichen Biotop zu finden waren. Die relative Häufigkeit der einzelnen Arten war hier allerdings eine andere. Während bei *Ap. glomeratus* nur 10-20 % der Hyperparasiten Ichneumoniden waren, bildeten diese bei *Ap. pieridis* mit etwa 64 % den grössten Anteil. Von ihnen wiederum überwog wie bei *Ap. glomeratus*, aber in viel stärkerem Masse (mit etwa 51 % aller Hyperparasiten), *Haplaspis nanus*. Unter den Männchen dieser Art traten ungewöhnlich zahlreiche Exemplare mit verkürzten Parameren auf, wie sie BLUNCK u. KERRICH (1956) als Hyperparasiten von *P. brassicae* unter der vorläufigen Bezeichnung « Ichn. 110 » abgesondert haben. In der Häufigkeit folgten *Eurytoma appendigaster* (11 %), *Catolaccus ater* (8 %), *Dibrachys boucheanus* (6 %) und *Habrocytus eucerus* (5 %). Angesichts der Schwankungen

zwischen den verschiedenen Herkunft und der verhältnismässig kleinen Zahl ausgewerteter Kokons sind diese Prozentsätze aber sehr unsicher.

Bei insgesamt 20 Kokonhäufchen verschiedener Herkunft wurde das Ausmass der Parasitierung ermittelt. Das Ergebnis der Auswertung ist in Tab. V zusammengestellt. Insgesamt schlüpften aus 59,2 % der Kokons Hyperparasiten. Im Vergleich dazu betrug die Parasitierung bei *Ap. glomeratus*, allerdings aus wesentlich umfangreicherem Material errechnet, rund 50 %. Auffallend ist bei *Ap. pieridis* der hohe Prozentsatz solcher Tiere, die aus unbekannter Ursache im Kokon abgestorben sind. Da die Gespinste erst im Juni gesammelt wurden, als sie von ihren gesunden Bewohnern fast vollzählig verlassen worden waren, muss angenommen werden, dass die Tiere schon vor dem Einsammeln eingegangen waren. In den meisten dieser Kokons fand sich eine eingetrocknete Larve oder Puppe. Abgestorbene Imagines waren erheblich seltener. MARTELLI (1931) stellte bei *Ap. spurius* eine Mortalität von 7,96 % fest.

Bei den ausgefressenen Kokons war die Wandung meistens nur noch zur Hälfte oder zu zwei Dritteln vorhanden, und der Inhalt fehlte. Ob es sich bei den Räubern um Vögel oder Insekten handelte, lässt sich schwer entscheiden. Da oft unmittelbar benachbarte Kokons völlig unversehrt geblieben waren, spricht die grössere Wahr-

TABELLE 5

Ergebnis einer Untersuchung von 20 Kokonhäufchen von *Ap. pieridis*, welche im Juni 1956 in verschiedenen Teilen des Befallsgebietes gesammelt worden waren. Bei den Kokons mit abgestorbenem Inhalt ist die Todesursache unbekannt.

Kokon- häufchen Nr.	Zahl d. Kokons	davon parasi- tiert	Inhalt abgestorben	Inhalt ausgefressen	von <i>Ap.</i> <i>pierid.</i> verlassen
1....	67	10	35	15	7
2....	146	87	55	0	4
3....	65	30	35	0	0
4....	40	30	7	0	3
5....	65	59	6	0	0
6....	110	70	39	0	1
7....	95	69	22	0	4
8....	57	40	17	0	0
9....	41	25	15	0	1
10....	110	45	53	0	12
11....	58	51	6	0	1
12....	32	0	18	14	0
13....	76	52	22	2	0
14....	97	58	36	1	2
15....	53	25	26	1	1
16....	87	71	15	0	1
17....	69	31	33	0	5
18....	78	59	16	0	3
19....	61	9	29	0	23
20....	68	52	13	0	3
	1 475	873	498	33	71
		= 59,2 %	= 33,8 %	= 2,2 %	= 4,8 %

scheinlichkeit für räuberische Insekten; denn der derbere Vogelschnabel hätte wohl grössere Zerstörungen verursacht und wahrscheinlich das ganze Kokonhäufchen ausgefressen.

Wo der Inhalt der Kokons abgestorben oder ausgefressen war, liess sich keine Angabe über das Ausmass der Parasitierung machen. Zählt man diese Fälle bei der Errechnung des Parasitierungsprozentsatzes nicht mit, so ergibt sich ein Parasitenbefall von rund 92 % gegenüber 8 % normal geschlüpften Wespen. WASSILJEV (1902) fand bei 222 Kokons von *Ap. spurius* eine Parasitierung von 66 %.

## VI. Diskussion

Die hier durchgeführten Untersuchungen lassen es zweifelhaft erscheinen, ob die beim Baumweissling auftretenden Braconiden-Arten bisher immer richtig bestimmt worden sind. Falls *Apanteles pieridis* (BOUCHÉ) und *Apanteles spurius* (WESM.) tatsächlich nicht synonym sind, könnte es sich bei den beobachteten Gregärparasiten vielleicht immer um *Ap. pieridis* gehandelt haben, da es nicht sehr wahrscheinlich ist, dass zufällig beide morphologisch so ähnlichen Arten als Parasiten des gleichen Wirtes auftreten und dann auch noch biologisch vieles gemeinsam haben. Fraglich ist aber auch das Vorkommen von *Apanteles difficilis* (NEES) bei *Aporia crataegi* geworden. Angesichts der von REINHARD (1880-1881), MARSHALL (1885) und FAHRINGER (1937) erwähnten grossen Ähnlichkeit von *A. difficilis* mit *Ap. spurius* und deshalb sicher auch mit *Ap. pieridis* ist immerhin die Möglichkeit einer Fehlbestimmung gegeben. MARTELLI (1931) betont ja auch, dass die Art (von SCHMIEDEKNECHT) nicht mit genügender Sicherheit bestimmt werden konnte. Seine Angaben über *Ap. difficilis* stimmen in fast allen Einzelheiten so gut mit den eigenen Beobachtungen an der solitären Generation von *Ap. pieridis* überein, dass es sich hier fast mit Sicherheit um den gleichen Parasiten handelt. Da *Ap. difficilis* auch sonst nie in Tagfaltern gefunden wurde (vergl. FAHRINGER 1937), dürfte diese Art aus der Parasitenliste von *A. crataegi* zu streichen sein.

In seiner 1902 veröffentlichten Arbeit, über die leider nur ein Referat von BACHMETJEV (1908) zugänglich war, hat WASSILJEV bereits Angaben über die Biologie von *Ap. spurius* als Parasit von *A. crataegi* gemacht. Er stellte im Gouvernement Ufa drei Generationen fest, von denen die erste zeitig im Frühjahr erscheint und die zweite ihre Eier in *Zygaena* ablegt, während die Nachkommenschaft der dritten in den Raupen von *A. crataegi* überwintert. Diese Feststellungen, die recht gut mit den eigenen Befunden an *Ap. pieridis* übereinstimmen, sind von späteren Autoren offenbar nicht mehr beachtet worden. Angaben über gregäre und solitäre Lebensweise der Larven enthält das Referat nicht. Wichtig ist auch, dass hier die Frage nach der Existenz eines weiteren Wirtes zwischen Frühjahr und Wintergene-



ration positiv beantwortet wird. Die Gültigkeit dieser Feststellung auch für Mitteleuropa muss allerdings noch bewiesen werden. Angesichts des anscheinend relativ späten Schlüpftermines der solitären Generation im Frühjahr besteht auch die Möglichkeit, dass die Eier für die gregäre Generation nicht von diesen Tieren abgelegt werden, sondern von solchen, die sich in anderen Wirten entwickelt haben, aus denen sie früher schlüpften. In diesem Falle würde der Frage nach diesen Wirten noch grössere Bedeutung zukommen.

Da das Weibchen von *Ap. pieridis* seine Eier manchmal einzeln, manchmal aber auch in grosser Anzahl in denselben Wirt abgibt, erhebt sich die Frage, von welchen Bedingungen die Entscheidung über Einzel- oder Massenablage der Eier abhängt. Zusammenhänge mit der Jahreszeit und der Generationenfolge des Parasiten, wie sie beim univoltinen Entwicklungszyklus des Wirtes mit der festen jahreszeitlichen Gebundenheit seiner einzelnen Stadien möglich gewesen wären, bestehen offenbar nicht. Bei den Versuchen trat ja in der gleichen Generation nach gleichartiger Entwicklung der Weibchen und unter den gleichen Aussenbedingungen nebeneinander solitäre und gregäre Eiablage auf. Dagegen scheint die Grösse der Wirte Bedeutung zu besitzen. Es gibt in der Literatur bereits Beobachtungen darüber, dass die Grösse der Wirte für die Zahl der gleichzeitig abgelegten Eier des Parasiten mitbestimmend sein kann. So finden sich z.B. nach ESCHERICH (1914) in kleinen Schwammspinnerraupe oft nur 2-3, in grossen dagegen 100 und mehr Larven von *Apanteles fulvipes*. EDWARDS (1955) berichtet, dass die Chalcidide *Mormoniella vitripennis* (WALKER) in grössere Fliegenpuparien mehr Eier abgibt als in kleinere. M. JANSSEN (1958) fand von *Colpoclypeus silvestri* Lucch. bei Jungraupen von *Adoxophyes orana* F.R. maximal 3, bei älteren dagegen bis zu 30 Parasiten. Ob in solchen Fällen von Grössenabhängigkeit wirklich die räumliche Ausdehnung des Wirtes darüber entscheidet, wieviele Eier abgelegt werden, bleibt wohl noch zu klären. Denkbar wäre auch, dass irgendwelche anderen Faktoren, die sich mit zunehmender Grösse ändern, als Auslöser dienen. Für *Ap. pieridis* könnte ein solcher Auslöser z.B. die Gegenwehr des Opfers sein, die mit steigendem Alter schnell stärker wird. Allerdings wurden in ältere *Pieris*-Raupe kurz vor der Häutung trotz verhältnismässig schwacher Gegenwehr jeweils viele Eier abgelegt. Noch geringer ist aber die Gegenwehr beim ersten Stadium und erst recht bei den Eiern. Doch auch die Oberflächenbeschaffenheit der Raupe und viele andere Eigenschaften sind als Auslöser denkbar.

Zählt man die Versuchsergebnisse bei Eiablagen in Raupe von *A. crataegi* und *P. brassicae* (Tab. II u. III) zusammen, so ergibt sich, dass sich in den einzelnen Tieren 16 mal nur eine Einzellarve fand, während 41 mal 10 oder mehr Larven vorhanden waren. In 8 Fällen enthielten die Raupe später 2-9 Larven. Rechnet man die Versuche



noch hinzu, in denen die Eier bereits in die Wirtseier gelegt wurden, so waren insgesamt festzustellen :  $56 \times 1$ ,  $10 \times 2$ ,  $6 \times 3$ ,  $2 \times 4$ ,  $4 \times 6$ ,  $1 \times 9$  und  $44 \times 10$  oder mehr Larven. Da die Raupen mit 2 und 3 Larven wohl meistens superparasitiert waren, haben die Weibchen also in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle entweder nur 1 Ei oder mindestens 10 Eier pro Anstich abgelegt. Die Anpassung der Eiablage an die Grösse des Wirtes scheint deshalb nicht kontinuierlich zu erfolgen, sondern durch die Wahl zwischen zwei Alternativen des Verhaltens. Im Freiland waren Übergänge zwischen solitärer und gregärer Eiablage überhaupt nicht zu beobachten. Ein etwa so starkes Überwiegen der Solitärarlarven, wie es den Freilandverhältnissen für Herbst und Winter entsprach, ergab sich im Experiment nur nach Anstich der Eier des Wirtes. Vielleicht darf man daraus schliessen, dass auch draussen überwiegend bereits die Eier belegt werden.

Nach CLAUSEN (1956) sterben in allen bisher untersuchten Fällen von Ei-Larven-Parasitismus die Wirte erst in einem späten Stadium ab, so dass bei jeder Generation des Wirtes nur eine des Parasiten zur Entwicklung kommen kann. Der Lebenszyklus des Parasiten ist immer gut an den des Wirtes angepasst. Hier macht also *Ap. pieridis* eine Ausnahme, die wohl hauptsächlich dadurch zu erklären ist, dass diese Art ihren Wirt in sehr verschiedenem Stadium erfolgreich belegen kann. Ausserdem ist ihre Entwicklungszeit wesentlich kürzer als die von *A. crataegi*. Der grosse Spielraum in der Auswahl des Wirstadiums wirft ausserdem die Frage auf, ob nicht auch bei anderen Arten aus der Unterfamilie der Microgasterinae (ausser *M. marginatus*, *Ap. hyphantriae*, und eventuell *Ap. glomeratus*), von denen bisher nur Eiablage in die Larven bekannt ist, eine erfolgreiche Belegung der Eier des Wirtes möglich sein könnte. Exakte Untersuchungen darüber sind bisher nur in begrenztem Ausmass durchgeführt worden. Ausserdem ist die Eiablage im Experiment trotz Vorhandenseins geeigneter Wirte nicht immer rasch zu erzielen, so dass negative Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden müssen.

MARTELLI (1931) hielt den von ihm mit *Ap. difficilis* bezeichneten Parasiten nicht zuletzt deshalb für besonders wichtig, weil er seinen Wirt bereits im dritten Larvenstadium abtötet, also bevor der eigentliche Schadfrass einsetzt. Die Art wird demnach bereits in der befallenen Wirtsgeneration wirksam, während z.B. *Ap. glomeratus* und sämtliche Puppenparasiten durch ihre Tätigkeit den Schaden erst in der folgenden Generation verringern können. Hinzu kommt aber jetzt noch, dass der Parasit auf Kosten einer Wirtsgeneration offenbar selbst zwei Generationen durchlaufen kann. Der vom Parasiten insgesamt vernichtete Anteil der Wirtspopulation muss

dann nach einer Formel von ZWÖLFER (1930) errechnet werden. Diese besagt, dass

$$W = 100 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{w_1}{100} \right) \left( 1 - \frac{w_2}{100} \right) \dots \left( 1 - \frac{w_n}{100} \right) \right]$$

ist, wenn  $W$  der Gesamtwiderstand der Umwelt einer Population und  $w_1, w_2, \dots, w_n$  die einzelnen Widerstandskomponenten sind. Werden also von *Ap. pieridis* in der ersten Generation  $P_1$  % und in der zweiten  $P_2$  % der Wirte vernichtet, so schaltet die Wespe insgesamt

$$P = 100 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{P_1}{100} \right) \left( 1 - \frac{P_2}{100} \right) \right]$$

Prozent des Wirtes aus.

Wichtig ist ferner noch, dass ein Parasit, der eine Generation seines Wirtes zweimal befällt, auf Dichteänderungen dieses Wirtes schneller zu reagieren vermag als ein anderer, sofern dieser Reaktion nicht andere Hindernisse entgegenstehen. Er kann also eine anlaufende Vermehrung schneller bremsen. Sollten allerdings im Laufe des Jahres bei *Ap. pieridis* eine oder gar mehrere Zwischengenerationen in einem anderen Wirt notwendig sein, so wird dadurch jede Reaktion auf Populationsänderungen des Wirtes stark verändert (s. WILBERT, 1959 b).

Aus dem Gesagten geht hervor, dass durch die hier geschilderten Untersuchungen zwar einige Besonderheiten der Biologie von *Ap. pieridis* geklärt wurden, dass aber andererseits auch durch den Ausbruch der Polyedervirose mancher Versuch unterbleiben musste und deshalb noch manches zu untersuchen ist. Dazu gehört in erster Linie die Frage nach der Notwendigkeit weiterer Wirte, die wesentlich davon abhängt, in welchem Entwicklungszustand die Eier von *A. crataegi* frühestens von der Wespe belegt werden können. Da die Parasitierung durch *Ap. glomeratus* nach Feststellungen vom Winter 1956-1957 unter Umständen mehr als 80 % erreichen kann, können auch die Folgen von gleichzeitiger Parasitierung durch beide Arten für den Massenwechsel von *Ap. pieridis* bedeutungsvoll sein. Diese Fragen sollen in Angriff genommen werden, sobald Wirt und Parasit wieder in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

#### SUMMARY

During an outbreak of *Aporia crataegi* (L.) in SW-Germany in the years 1955-1957 0-28 per cent. of the caterpillars appeared to be parasitized by *Apanteles pieridis* (BOUCHÉ). In autumn and winter the parasite larvae developed solitary in the young caterpillars; in springtime gregarious development was observed within the older ones. If several larvae were found in the same host during the

winter, it should be with high probability due to multiple oviposition (superparasitism). The individuals of the winter generation left their hosts when the latter were in the third instar; the spring generation emerged when the caterpillars were almost ready for pupation.

The females of *Ap. pieridis* are able to oviposit successfully into the eggs of *A. crataegi* at least 2-3 days before hatching. Later in the caterpillars there were almost exclusively solitary larvae. The oviposition is described.

With a single sting into a first instar larva of *A. crataegi* only one egg was usually deposited; the caterpillars of the second and third instar received many eggs per oviposition.

In the laboratory oviposition into caterpillars of *Pieris brassicae* could also be obtained. Solitary as well as gregarious oviposition occurred in the first and second instar of that host. Into older individuals many eggs were laid per sting. Solitary larvae left their host usually during its third instar. When oviposition took place a few hours before the 4th moulting, the larval time of the host was prolonged.

If *Ap. pieridis* and *Ap. glomeratus* were found together in the same host, the development of the former was retarded. During the summer *Ap. pieridis* was prevented from completing its development in *P. brassicae*, if that host was also parasitized by *Ap. glomeratus*.

In the spring generation of *Ap. pieridis* several species' of hyperparasites were detected altogether eliminating as much as 60 per cent. of the parasites within their cocoons. All these species' are already known to be hyperparasites of the black veined butterfly reared from *Ap. glomeratus*.

The established belief that *Ap. pieridis* (BOUCHÉ) and *Ap. spurius* (WESM.) are synonyms is questionable. It is suggested that *Ap. difficilis* (NEES) is to be removed from the parasite list of *A. crataegi*.

(Laboratorium Prof. Dr. Dr. h. c. H. BLUNCK†, Bonn und Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn, Direktor: Prof. Dr. H. BRAUN).

# LITERATURVERZEICHNIS

(Die mit einem\* versehenen Arbeiten waren nur im Referat zugänglich)

BACHMAIER, F. — 1958. Beitrag zur Terminologie der Lebensweise der entomophagen Parasiten. — *Beitr. Ent.*, **8**, 1-8.

\*BENITEZ MORERA, A. — 1943. Notas sobre la biología y parásitos de *Ocnogyna bactica* (RAMBUR) var. *meridionalis* (SEITZ). — *Bol. Pat. veg. Ent. agric.*, **11**, 383-386.

\* — 1945. Un parásito de la *Ocnogyna bactica* var. *meridionalis* SEITZ. — *Bol. Pat. veg. Ent. agric.*, **13**, 467-470.

BLUNCK, H. — 1944. Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* RATZ. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweisslings. — *Z. angew. Ent.*, **30**, 418-491.  
— 1951. Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris rapae* L. — *Z. Pflanzenkrankh.*, **58**, 25-54.

BLUNCK, H. & G. J. KERRICH. — 1956. Polymorphismus bei *Haplaspis nanus* (GRAV.) (= *Hemiteles fulvipes* GRAV.) (Hym. Ichneumonidae) und die Beschreibung einer neuen *Haplaspis*-Art aus Ceylon. — *Napoli stabilimento tipografico guglielmo gerovese*, 546-563.

BLUNCK, H. & H. WILBERT. — 1959. Über den Ablauf einer Gradation von *Aporia crataegi* L. in Südwestdeutschland und deren Bewirkungsfaktoren. — *Int. Pflanzenschutzkongr. Hamburg*, 1957, **1**, 1015-1020, Braunschweig.

- BOESE, G. — 1936. Der Einfluss tierischer Parasiten auf den Organismus der Insekten — *Z. Parasitenkunde*, **8**, 243-284.
- BOUCHÉ, P. F. — 1834. Naturgeschichte der Insekten, besonders in Hinsicht ihrer ersten Zustände als Larven und Puppen. — 216 S., Berlin.
- CLAUSEN, C. P. — 1940. Entomophagous insects. — 688 S., London.  
— 1956. The egg-larval host relationship among the parasitic Hymenoptera. — *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, **33**, 119-133.
- DALLA TORRE, C. G. v. — 1898. Catalogus Hymenopterum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus. 4 : *Braconidae*. — 323 S., Leipzig.
- EDWARDS, R. L. — 1955. The host-finding and oviposition behaviour of *Mormoniella vitripennis* (WALKER) (*Hym. Pteromalidae*), a parasite of muscoid flies. — *Behaviour*, **7**, 88-112.
- ESCHERICH, K. — 1914. Die Forstinsekten Mitteleuropas **1**, 432 S., Berlin.
- \* FABRE, J. H. — 1908. La chenille du chou. — *Rev. Quest. Sci., Louvain*, **3**, 349-374.
- FAHRINGER J. — 1937. Opuscula braconologica. Palaearktische Region **3**. — 520 S., Wien.
- FÖRSTER. — 1862. Synopsis der Familien und Gattungen der Braconiden. — *Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinlande Westph.*, **19**, 225-288.
- \* GORIAINOFF, A. A. — 1914. The pests of agricultural plants in the government of Riazan (Orig. russisch). — Publ. by the Zemstvo of the government of Riazan, 67 S., Ref. : *Rev. appl. Ent.*, **3**, 203, 1915.
- ISAAKIDÈS, C. A. — 1936. Une chenille arpeuteuse nuisible à l'olivier d'Hiérapetra, en Crète. — *Ann. Inst. phytopath. Benaki*, **2**, 65-78.
- JANSSEN, M. — 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* FISCHER von Roeslerstamm. — *Beitr. Ent.*, **8**, 291-324.
- JOHANSSON, A. S. — 1951. Studies on the relation between *Apanteles glomeratus* L. (*Hym., Braconidae*) and *Pieris brassicae* (*Lepid., Pieridae*). — *Norsk. ent. Tidsskr.*, **8**, 145-186.
- \* KRASNYUK, P. I. — 1928. *Aporia crataegi* L. (Orig. russisch). — *Bull. Mleev Hort. Experim. Stat.*, **12**, 1-44. Ref. : *Rev. appl. Ent.*, **17**, 430-431, 1929.
- LEDERER, G. — 1938. Die Naturgeschichte der Tagfalter unter besonderer Berücksichtigung der palaearktischen Arten. Teil 1. — 160 S., Frankfurt.
- LIPA, J. J. — 1958. Z. badań nad gasienicami *Aporia crataegi* L. porażonymi przez *Braconidae* (mit englischer Zusammenfassung). — *Ekologia Polska*, Ser. B., **4**, 167-172.
- MARSHALL, T. A. — 1885. Monograph of British Braconidae, Part. I. — *Trans. Ent Soc. London*, 1-280.
- MARTELLI, G. — 1931. Contributo alla conoscenza dell' *Aporia crataegi* L. e di alcuni suoi parassiti ed epiparassiti. — *Boll. Lab. Zool. Portici*, **25**, 171-241.
- NEES v. ESENBECK, C. G. — 1834. Hymenopterum Ichneumonibus affinium Monographiae, genera Europae et species illustrantes. — **1**, 320 S., **2**, 448 S., Stuttgart u. Tübingen.
- PICARD, F. — 1922. Contribution à l'étude des parasites de « *Pieris brassicae* » L. — *Bull. Biol. France Belg.*, **56**, 54-130.
- PRELL, H. — 1925. Über *Apanteles solitarius* RATZ. als Parasit der Nonnenraupen. — *Anz. Schädlingkunde*, **1**, 103-105.
- RATZBURG, J. T. C. — 1844. Die Ichneumonen der Forstinsekten, **1**. — 224 S., Berlin.  
— 1852. Die Ichneumonen der Forstinsekten **3**. — 272 S., Berlin.
- REINHARD, H. — 1880-1881. Beiträge zur Kenntnis einiger Braconiden-Gattungen, XVI. Zur Gattung *Microgaster* LATR. — *Deutsch. ent. Z.*, **24**, 353-370, **25**, 33-52.
- \* ROSSIKOV, K. N. — 1915. *Aporia crataegi* L., and a new method of controlling it (Orig. russisch). — *Satschita rastenij ot vreditel'j. suppl. zu Lubitel Prirodi*. **18** S., Petrograd. Ref. : *Rev. appl. Ent.*, **4**, 104-105, 1916.



- STEINER, P. — 1937. Beiträge zur Kenntnis der Schädlingsfauna Kleinasien. II. *Laphygma exigua* HB., ein Grossschädling der Zuckerrübe in Anatolien. — *Z. angew. Ent.*, **23**, 177-222.
- STELLWAAG, F. — 1924. Der Baumweissling *Aporia crataegi* L. — *Z. angew. Ent.*, **10**, 173-312.
- TADIĆ, M. D. — 1958. *Apanteles hyphantriae* RILEY, an egg parasite of the Fall Webworm. — *Proc. 10th Int. Congr. Ent. Montreal*, 1956, **4**, 859-861.
- TASCHENBERG, E. L. — 1871. Entomologie für Gärtner und Gartenfreunde. — 585 S., Leipzig.
- \* YOUKASSOVITCH, P. — 1926. Observations biologiques sur les parasites de la Piéride du chou (*Pieris brassicae* L.). — *Rev. Zool. Agr. et Appl. Bordeaux*, **25**, 113-121.
- \* WASSILJEW, J. W. — 1902. *Aporia crataegi* L. und seine Parasiten (Orig. russisch). — *Arbeiten ent. Büro*, **3**, 36 S., St. Petersburg. Ref.: P. BACHMETJEW, *Z. wiss. Insektenbiologie*, **4**, 350, 1908.
- WESMAEL, C. — 1837. Monographie des Braconides de Belgique. — *Nouv. mém. acad. sc. Bruxelles*, **10**, 70 S.
- WILBERT, H. — 1959 a. Der Einfluss des Superparasitismus auf den Massenwechsel der Insekten. — *Beitr. Ent.*, **9**, 93-139.  
— 1959 b. *Apanteles glomeratus* (L.) als Parasit von *Aporia crataegi* (L.) (Hymenoptera: Braconidae). — *Beitr. Ent.*, **9**, 874-898.
- WOLFF, M. & A. KRAUSSE. — 1922. Die forstlichen Lepidopteren. — 337 S., Jena.
- ZWÖLFER, W. — 1930. Zur Theorie der Insektenepidemien. — *Biol. Zbl.*, **50**, 724-759.

(Laboratorium Prof. Dr. Dr. h. c. H. BLUNCK †  
Bonn und Institut für Pflanzenkrankheiten der  
Universität Bonn,  
Direktor: Prof. Dr. H. BRAUN).



THE GENUS *PHYTOSEIUS* RIBAGA, 1902  
(ACARINA : PHYTOSEIIDAE)

by

D. A. CHANT & C. ATHIAS-HENRIOT

---

Predacious mites of the genus *Phytoseius* have attracted attention in recent years because they are frequently found in orchards and are thought to be useful in the control of phytophagous mites. This paper reviews the genus as a whole, including new species described recently, and provides keys for identification.

The genus *Phytoseius* belongs to the family *Phytoseiidae* of the superfamily *Parasitoidea* as defined by CAMIN & GORIOSSI (1955). The diagnostic characters of the *Phytoseiidae*, according to EVANS (1957) are : dorsal shield undivided, and with not more than 20 pairs of setae, and genital shield of female (i.e., epigynial shield) truncate and with one pair of genital setae. Further, leg II does not show sexual dimorphism and in the female there is usually a true ventrianal shield, rarely an anal one. The male ventrianal shield is never fused with the sternum.

RIBAGA proposed the genus in 1902 and designated *Gamasus plumifer* CANESTRINI and FANZAGO, 1876, as generotype. He stated that this species is characterized by having only one pair of preanal setae. CHANT (1957), however, showed that *G. plumifer* has three pairs of preanal setae, and it therefore follows that RIBAGA misidentified his specimen and had an undescribed form. ATHIAS-HENRIOT (1957) collected a species in Algeria with only one pair of preanal setae and concluded that it is probably conspecific with RIBAGA's specimen. She proposed the new name *ribagai*, and this species is here considered as the generotype of *Phytoseius*.

NESBITT (1951) provided a translation of RIBAGA's original definition of the genus : " *Body oval, armed with fourteen very long denticulate dorsal setae. Two infrascapular and two median setae erect, rather long. The precaudal setae [are] arched or curved forwards. The genual setae are well developed but simple. The female genital scutum [has] a broader base than the anal scutum* ". NESBITT added that the dorsum is distinctly imbricate, that there are 15 pairs of setae on the

dorsum and that seta "L8" is bent or arched forward over the body. Also, the sternal shield bears three pairs of setae and the ventrianal two pairs. NESBITT's observations were based on *P. macropilis* (BANKS) because at that time this was the only species that was sufficiently known for identification to be possible. However, ATHIAS-HENRIOT (1957) redescribed the type species, CHANT (1957) redescribed *P. plumifer* from specimens in the BERLESE collection in Italy, and several new species have been described. Examination of these forms has made possible a more precise definition of the genus.

Most authors have used the system of chaetotactic nomenclature introduced by GARMAN (1948) to refer to the setae on the dorsal shield of these mites. ATHIAS-HENRIOT (1957) proposed a new system for the *Phytoseiidae* that attempts to show homologies between setae more adequately than does GARMAN's system, and the new method (Fig. 1, 7) is used in the present paper. ATHIAS-HENRIOT also expanded the generic definition and this together with further observations form the basis of the following synopsis.

The genus *Phytoseius* is characterized as follows: Dorsal shield imbricate and with 15 or 16 pairs of setae of which there are four or five pairs in the lateral rows (L), five or six in the dorsal rows (D), and four in the median rows (M). In all known species, seta S1 appears on the dorsal shield instead of on the interscutal membrane (CHANT, *in press*; ATHIAS-HENRIOT, 1957). Seta S2, if present, on the interscutal membrane. When present, the following setae thick, thorny and pectinate: D1, L1, L2, L4, L6, S1, M9 and M11. Setae L4, L6, M9, M11 and S1 long. These larger setae on the dorsum inserted in differentiated tubercles that are hollowed to accomodate the setae.

Anterior tip of peritrema close to D1. Sternal shield normal for family, with three pairs of setae (sI-sIII). Fourth pair of sternal setae (sIV) on metasternal plates. Genital shield short, truncate, with one pair of setae. Ventrianal shield moderately narrowed behind the preanal setae, its widest part usually near the anus. Seta VL<sub>1</sub> thick, long and pectinate. The female with one, two or three pairs of preanal setae; the male, three. Male chelicera with an L-shaped spermatodactyl.

Leg IV longer than other legs and with thick, smooth macrosetae: one on tibia and basitarsus, and frequently one on genu.

Measures of intrageneric variation are length, thickness and ornamentation of the lateral and median setae on the dorsal shield, the number of preanal setae in the female, the relative lengths of the macrosetae on leg IV, the ratios between the lengths of various setae on the dorsal shield, and the ratio of the width of the ventrianal shield at the anal widening to the width of this shield at the preanal level. The



symbol rA is proposed for the latter ratio and ATHIAS-HENRIOT (1957) explained the other symbols that are used in this paper.

DOSSE (1958) and SCHUSTER (*in press*) described the "coxal glands" of several species of *Phytoseiidae*. DOSSE considered these to be spermathecae; both authors judged them to have value as taxonomic characters. These organs are paired and lie within the body of adult female mites near coxae IV, are elliptical or spherical and have each a duct that apparently opens on or near coxa IV. Because of their possible taxonomic value, the coxal glands of the known species of *Phytoseius* are figured and described in this paper. Those of *P. horridus* RIBAGA, *P. nahuatlensis* DE LEON and *P. plumifer* (C. & F.) are unique, but it is not possible to separate *P. ribagai* ATHIAS-HENRIOT, *P. macropilis* (BANKS), *P. bakeri* CHANT and *P. platypilis* CHANT on this basis.

Recently, WAINSTEIN (1959) divided the genus in two new subgenera, based on the presence or absence of setae D7 and S2. These are separated as follows :

- Setae D7 and S2 present (Fig. 10); stiIV short...sbg. *Phytoseius* WAINSTEIN, 1959; type *P. plumifer* (C. & F.).
- Setae D7 and S2 absent (Fig. 1); stiIV well developed...sbg. *Dubininellus* WAINSTEIN, 1959; type *P. corniger* WAINSTEIN, 1959.

TABLE I

Diagnostic characters of known species of *Phytoseius* (measurements in microns)

SPECIES	Ls	M9	L4	préanal	sge	sti	st	Lva	L2	rA	REFERENCE IN
	L6	L4-L6	setae	IV	IV	IV	IV	Lva	L1		LITERATURE.
<i>Phytoseius</i>											
<i>P. plumifer</i> (C. & F.)	244	0.58	1.27	3	absent	20	32	1.70	3.00	1.41	CHANT, 1957.
<i>P. nahuatlensis</i> DE LEON	243	0.78	0.96	2-3	13	14	18	1.83	3.60	1.20	present study.
<i>Dubininellus</i>											
<i>P. macropilis</i> BANKS	—	1.00	1.46	2	—	—	—	2.20	—	—	BANKS, 1909.
	330	1.03	1.63	2	short	> stiIV	short	2.20	1.80	1.00	OUDEMANS in NESBITT, 1951.
	—	1.20	1.50	2	short	> stiIV	short	2.20	—	1.50	CUNLIFFE & BAKER, 1953.
	—	1.00	1.35	2	short	> stiIV	short	2.16	1.50	1.12	WOMERSLEY, 1954.
	294	1.00	1.60	2-3	35	77	22	2.20	2.10	1.30	present study.
<i>P. horridus</i> RIBAGA	310	1.80	1.72	2-3	22	82	25	1.83	2.00	1.32	ATHIAS-HENRIOT, 1957.
<i>P. ribagai</i> ATHIAS-HENRIOT	280	0.75	1.25	1	22	80	25	2.34	1.46	1.62	ATHIAS-HENRIOT, 1957.
<i>P. platypilis</i> CHANT	240	1.01	1.00	2	14	54	26	2.00	—	1.41	CHANT, <i>in press</i> .
<i>P. bakeri</i> CHANT	270	0.79	1.30	1	10	40	14	2.10	3.20	1.91	CHANT, <i>in press</i> .
<i>P. corniger</i> WAINSTEIN	295	1.32	2.40	2-3	absent	> stiIV	short	3.10	2.89	1.25	WAINSTEIN, 1959.

Nine species of the genus *Phytoseius* are known and there is one *species dubia*. Diagnostic features of those that are clearly distinct are shown in Table I, and brief descriptions follow.

### Subgenus *Phytoseius* WAINSTEIN, 1959

#### KEY TO THE ADULT FEMALES

- No large notocephalic pore near M5 (Fig. 10); ratio L4/L4-L6 greater than one; sge IV not differentiated; st IV = 32  $\mu$ ..... *P. plumifer* (C. & F.)
- A large notocephalic pore near M5 (Fig. 25); ratio L4/L4-L6 = .96; sge IV present; st IV = 18  $\mu$ ..... *P. nahuatlensis* DE LEON.

### *Phytoseius (Phytoseius) plumifer* (C. & F.)

Figs. 10, 11, 12, 22

*Gamasus plumifer* CANESTRINI & FANZAGO, 1876. *Atti Soc. Veneto-Trent.* 5, sed non RIBAGA, 1902.

*Phytoseius plumifer* (C. & F.) CHANT, 1957. *Canad. Ent.* 89 : 362-363.

According to WAINSTEIN (1959), *Kampimodromus dubinini* BEGLAROV, 1958 (*Tr. Vses. Inst. Zashch. Rast.* 10) is identical with *P. plumifer*.

FEMALE. — Ls 244  $\mu$ . Dorsal scutum slightly reticulate, with 16 pairs of setae (Fig. 10). All peripheral setae on dorsal scutum except L1 and L3 long, thickened (but not as thick as in other species in the genus), serrated. Setal measurements as follows : D1 28  $\mu$ ; M1 54  $\mu$ ; L1 12  $\mu$ ; L2 38  $\mu$ ; L3 20  $\mu$ ; L4 88  $\mu$ ; S1 40  $\mu$ ; L6 92  $\mu$ ; M9 56  $\mu$ ; M11 82  $\mu$ ; M9/L6 0.60; L4/L4-L6 1.27.

Sternal shield normal. Sternal and genital setae 20-26  $\mu$ . Rs 1.30; Rt 2.20; Rv 0.78. Largest metapodal plate 22  $\mu$  long. Ventrianal shield 80  $\mu$  long, 44  $\mu$  wide, with lateral margins constricted posterior to preanal setae, with three pairs of preanal setae (Fig. 11). Three pairs of setae on membrane surrounding ventrianal shield; vl<sub>1</sub> 20  $\mu$ ; vl<sub>2</sub> 14  $\mu$ ; Vl<sub>1</sub> 52  $\mu$  thick, serrated. Leg I 240  $\mu$ ; II and III 210  $\mu$ ; IV 310  $\mu$  and with two macrosetae (Fig. 12); ge IV 46  $\mu$ ; sge IV absent; ti IV 46  $\mu$ ; sti IV 20  $\mu$ ; t IV 150  $\mu$ ; st IV 32  $\mu$ .

Spermatheca (Fig. 22) with duct short, cylindrical. Vesicle spherical, joined to duct by a stalk that is swollen at the joint.

MALE. — Unknown.

DIAGNOSIS. — Absence of the large pore near M5 and of sge IV; dorsal peripheral setae longer than those of *P. nahuatlensis*.

DISTRIBUTION. — Type from Italy. Also, coastal Algeria, Georgian S.S.R., Southern Kazakhstan, California, Florida, Mexico, and on grape leaves imported from Italy to New York City.

*Phytoseius (Phytoseius) nahuatlensis* DE LEON

Figs. 25-28

*Phytoseius nahuatlensis* DE LEON, 1959. *Ent. News* 70 (6) : 147-148, Figs. 3-4.

FEMALE. — Weakly sclerotized. Dorsal shield (Fig. 25) weakly ornamented; some striae on the anterolateral area. A large, round pore mesio-posterior to M5; this perforation seems to penetrate deeply into the body. Between M9 and M11, an other pore, less developed than the notocephalic one.

DL 260  $\mu$ ; Ls 242-245  $\mu$ ; D11 6  $\mu$ ; L1, D4 to 7, M5 9-11  $\mu$ ; S2, sge IV, stiIV 12-15  $\mu$ ; L3 15-18  $\mu$ ; D1, stiIV, staIV 18-21  $\mu$ ; M1, S1 29-31  $\mu$ ; L2 36  $\mu$ ; L4, M9 40-43  $\mu$ ; M11 47-52  $\mu$ ; L6 51-60  $\mu$ . Setae L1, L3, D11 smooth. In the marginal interscutal membrane, between the levels of the stigmata and M9, several free, glabrous shields, varying in form, size and number, even on the same specimen.

Peritremal shield fused with dorsal one at the level of the "lyriform organ" on the vertex; anterior end of the peritrema laterad and close to D1.

Tectum subtriangular, rounded. Pedipalp 102  $\mu$ ; Dm unidentate; Df tridentate.

Sternal shield weakly sclerotized, with setae sI to sIII; sternal "lyriform organs" reduced; metasternal one (third pair) on sternum IV, posterior to sIV (Fig. 26).

Anterior membranous expansion of genital shield short. Postepigynial sclerotization linear. Ventrianal scutum shield-shape, bearing two or three pairs of preanal setae. Number of ventral opisthosomal setae varying (Figs. 26-27): among the two females examined by us, the first exhibits five setae on one side, six on the other one, and the second female has seven setae on both sides; lsI 48  $\mu$ ; lsIII 68  $\mu$ ; sI-sIII 56  $\mu$ ; lsV 53  $\mu$ ; lva 40-45  $\mu$ ; greatest width of the ventrianal shield at the anal level 44-52  $\mu$ ; Lva 72-84  $\mu$ .

Vesicle of spermatheca almost cylindrical, as long as wide, slightly widened at the distal opening, with wall thin except at basal part. Duct curving and lateral thickening of wall remote from vesicle.

Legs : I 236-245  $\mu$  (without ambulacrum 215-230  $\mu$ ); II 203-212  $\mu$  (182-191  $\mu$ ); III 191-197  $\mu$  (167-176  $\mu$ ); IV 294-285  $\mu$  (270-285  $\mu$ ); tIV (without ambulacrum) 102  $\mu$ ; sgeIV, stiIV, stIV short, smooth, weakly thickened; their distal end globular.

M9/L6 0.76-0.80; Lva/lva 1.78-1.87; L2/L1 3.43-3.83; rA 1.17-1.22.

MALE. — Not seen. Spermatodactyl undescribed.

DIAGNOSIS. — *P. nahuatlensis* may be separated from *P. plumifer* by the presence of the notocephalic pore near M5, the development of sgeIV as a macroseta, the shortness of stiIV and of the dorsal peripheral setae, especially L4 and L6.

DISTRIBUTION. — Type from *Lonchocarpus rugosus*, Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico. According to DE LEON (1959), this species is rather common in eastern Mexico and has been found on various plant species. The present description was made from two females from a leaf of *Guazuma ulmifolia*, La Calera, Managua, Nicaragua, collected on April 18, 1959 by Dr. E. W. BAKER.

Subgenus *Dubininellus* WAINSTEIN, 1959

KEY TO THE ADULT FEMALES

- 1 — Seta L2 absent; some peripheral setae on dorsal scutum flattened, broad (Fig. 16)..... *P. platypilis* CHANT.  
     — Seta L2 present; peripheral setae on dorsum thick but not flattened and broad (Figs. 1, 4, 7)..... 2
- 2 — Ventrianal shield with one pair of preanal setae (Fig. 14)..... 3  
     — Ventrianal shield with two or three pairs of preanal setae (Fig. 5)..... 4
- 3 — Ratio L2/L1 approximately 1.50..... *P. ribagai* ATHIAS-HENRIOT  
     — Ratio L2/L1 approximately 3.25 ..... *P. bakeri* CHANT
- 4 — Sge IV not differentiated; Lva/lva 3.10; L2/L1 3.60. *P. corniger* WAINSTEIN  
     — Sge IV developed as macroseta 20-35  $\mu$ ; Lva/lva 1.80-2.20; L2/L1 1.50-2.00 5
- 5 — Ratio M9/L6 approximately 1.00; peripheral setae on dorsal shield slender (Fig. 4); sge IV longer..... *P. macropilis* (BANKS)  
     — Ratio M9/L6 approximately 1.80; peripheral setae on dorsal shield stout (Fig. 7); sge IV shorter..... *P. horridus* RIBAGA.

*Phytoseius (Dubininellus) ribagai* ATHIAS-HENRIOT *nom. nov.*

Figs. 1, 2, 3, 19

*Phytoseius plumifer* (C. & F.) RIBAGA, 1902. — *Riv. Pat. Veg. Portici* 10 : 177; Athias-Henriot, 1957. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* 48 : 342 sed non *Gamasus plumifer* CANESTRINI & FANZAGO, 1876. — *Atti Soc. Veneto-Trent.* 5 : 130-142.

FEMALE. — Ls 280  $\mu$ . Tectum projecting forward, with lateral margins subparallel and anterior one triangular. Dorsal scutum with 15 pairs of setae (Fig. 1). D4 to D6 and M5 5-10  $\mu$ ; L1, L3 15-20  $\mu$ ; M11, L4, L6, M9 70-95  $\mu$ ; their pectinations short, not spine-like; M9/L6 0.76; L4/L4-L6 1.25; sI-sII and sII-sIII 30  $\mu$ ; lsIII 80  $\mu$ ; sI 30  $\mu$ ; lsV 70  $\mu$ ; lgp 80  $\mu$ . Peritremalia surrounding coxa IV, tapering distally. rA 1.50. One pair of preanal setae, only slightly shorter than distance between them, and points of insertion remote from margin of shield (Fig. 2). Seta VI<sub>1</sub> 65  $\mu$ .

Leg IV (Fig. 3) with three macrosetae; stiIV 80  $\mu$ ; sge and stIV 20-25  $\mu$ ; tiIV 173  $\mu$ ; ti and geIV 55-60  $\mu$ ; I 295  $\mu$ ; II and III 265-270  $\mu$ ; IV 415  $\mu$ .

Spermatheca with duct short (Fig. 19), cylindrical, connected to vesicle by a small, subspherical thickening. Vesicle elliptical.



MALE. — Unknown.

DIAGNOSIS. — This species is characterized by having seta L2 only slightly longer than L1, and by the general relative shortness of the peripheral dorsal setae.

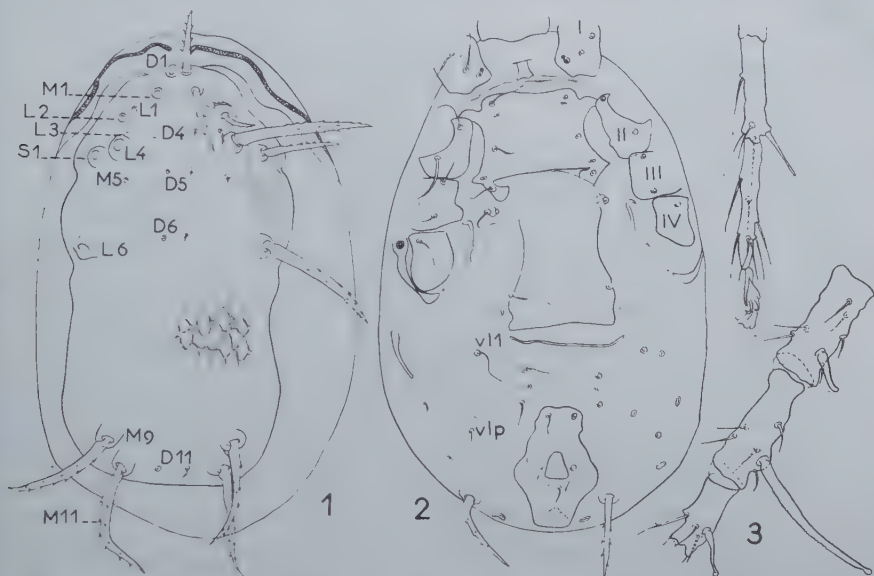


FIG. 1-3 : *Phytoseius ribagai*; 1, dorsal surface; 2, ventral surface; 3, leg IV.

DISTRIBUTION. — Type from Italy, on nettle. ATHIAS-HENRIOT recorded this species at Fort-de-l'Eau (Alger) in July, 1956, on *Rubus ulmifolius*, associated with *Tetranychus cinnabarinus* (BOISD.), *Cenopalpus pulcher* (c. & f.) and tarsonemids; she has deposited a specimen in the Laboratoire d'Acarologie de l'École Pratique des Hautes Études, Paris.

*Phytoseius (Dubininellus) macropilis* (BANKS)

Figs 4, 5, 6, 20

*Seius macropilis* BANKS, 1909. *Proc. Ent. Soc. Washington* 9 : 135.

*Seiulus spoofi* OUDEMANS, 1915 a. *Ent. Ber.* 4 (83) : 184; OUDEMANS, 1915 b. *Arch. Naturgesch.* 81 A (1) : 161-165.

*Phytoseius spoofi* (OUDEMANS) NESBITT, 1951. *Zool. Verhandel.* 1 (12) : 57; MURGATROYD, 1952. *Ent. Mon. Mag.* 88 : 264.

*Phytoseius macropilis* (BANKS) CUNLIFFE & BAKER, 1953. *Pinellas Biol. Lab. Pub.* 1 : 22; Nesbitt, 1954. *Natuurhist. Maandbl.* 43 (3), 24; WOMERSLEY, 1954. *Austral. J. Zool.* 2 (1) : 187-188; CHANT: 1957. *Canad. Ent.* 89 : 362; CHANT, 1958. *J. Linn. Soc. London.* 43 : 599-643.

*Phytoseius (Dubininellus) macropilus* (sic) (BANKS) WAINSTEIN, 1959.  
Zool. J. 38 (9) : 1363, 1365.

FEMALE. — Ls  $294\mu$ . Dorsal scutum with 15 pairs of setae. Peripheral setae thick, with a few spinelike serrations (Fig. 4). Seta L2 longer and thicker than L1 or L3 but difference not as noticeable as in *P. horridus*. Setal measurements as follows : D1  $35\mu$ ; L1  $13\mu$ ;

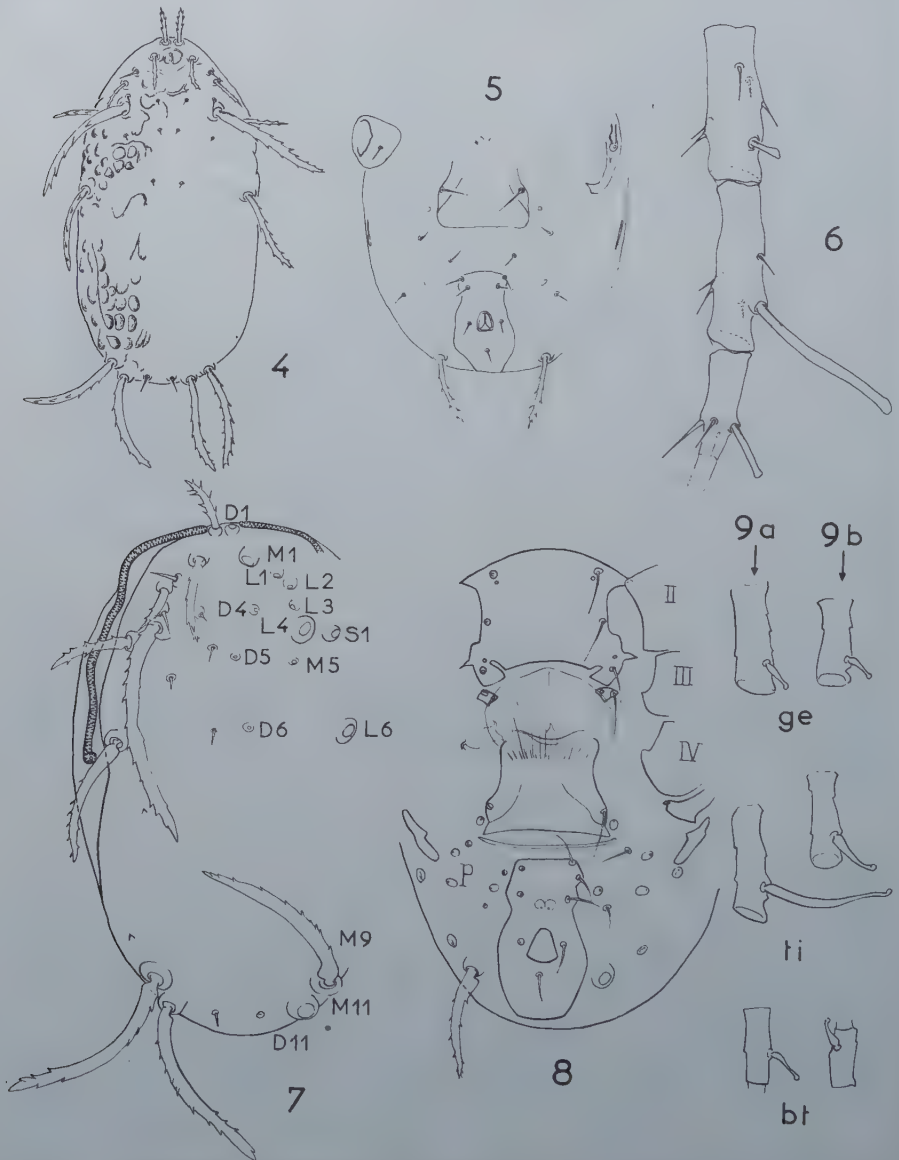


FIG. 4-6 : *Phytoseius macropilis*; 4, dorsal shield; 5, posterior ventral surface; 6, leg IV.

FIG. 7-9 : *Phytoseius horridus*; 7, dorsal surface; 8, ventral surface; 9a, leg IV female; 9b, leg IV male.

M1 36  $\mu$ ; L2 28  $\mu$ ; L3 10  $\mu$ ; L4 96  $\mu$ ; S1 55  $\mu$ ; L6 94  $\mu$ ; M9 93  $\mu$ ; M11 94  $\mu$ ; M9/L6 1.00; L4/L4-L6 1.60.

Sternal shield normal. sI-sII 30  $\mu$ ; sII-sIII 24  $\mu$ ; sIII-sIV 18  $\mu$ ; lsI, lsII 56-60  $\mu$ ; lsIII 78  $\mu$ ; lsIV 96  $\mu$ ; sI 26  $\mu$ ; sII 24  $\mu$ ; sIII 22  $\mu$ ; sIV 16  $\mu$ ; lsV 66  $\mu$ . Peritremalia surrounding coxa IV, tapering distally. Ventrianal shield 90  $\mu$  long, 40  $\mu$  wide, vaseshaped, with two pairs of preanal setae (some authors claim three pairs, but this is an aberration; in many specimens there are three on one side and two on the other) (Fig. 5).

Metapodal plate 40  $\mu$  long. Four pairs of setae on membrane surrounding ventrianal shield (only three pairs if there are three pairs of preanal setae); vl<sub>1</sub>-vl<sub>3</sub> 12  $\mu$ ; V<sub>1</sub> 70  $\mu$ , thick, serrated.

LegI 284  $\mu$ ; II and III 225  $\mu$ ; IV 362  $\mu$  and with three macrosetae (Fig. 6); geIV 51  $\mu$ ; sgeIV 35  $\mu$ ; tiIV 59  $\mu$ ; stiIV 77  $\mu$ ; tIV 182  $\mu$ ; stIV 22  $\mu$ .

Spermatheca (Fig. 20) as in *P. ribagai*, but duct longer.

MALE. — Ventrianal shield with three pairs of setae. Chelicera with spermatodactyl.

DIAGNOSIS. — This species can be recognized by the thickness and relative lengths of the peripheral setae on the dorsal scutum and by the shape of the ventrianal shield.

DISTRIBUTION. — Type from willow (?), Guelph, Ontario, Canada, and deposited in the United States National Museum, Washington, D. C. Additional records from most continental European countries, England, U.S.S.R., all Canadian provinces, the United States, Mexico, Australia, and the British West Indies.

### *Phytoseius (Dubininellus) horridus* RIBAGA

Fig. 7, 8, 9, 21

*Phytoseius horridus* RIBAGA, 1902. *Riv. Pat. Veg. Portici* 10 (2) : 178; ATHIAS-HENRIOT, 1957. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* 48 : 343-345.

RIBAGA's description is vague, but ATHIAS-HENRIOT collected a species in Algeria that, because of the number of preanal setae and the stoutness of the peripheral setae and their pectination she considers to be of the species described by RIBAGA.

FEMALE. — Ls 310  $\mu$ . Dorsal scutum with 15 pairs of setae (Fig. 7). Peripheral setae very thick, with spinelike serrations. Seta L2 much longer and thicker than L1 or L3. Setal measurements as follows : D4, 5, 6, M5 5-10  $\mu$ ; L1, L3 15  $\mu$ ; L2 30  $\mu$  D1 40  $\mu$ ; M1, S1 55  $\mu$ ; L6 85  $\mu$ ; L4 135  $\mu$ ; M9 150  $\mu$ ; M11 115  $\mu$ ; M9/L6 1.50; L4/L4-L6 1.70.

Tectum subtriangular. Paraxial sensory seta of the pedipalpal femur not spatulate distally. Anterior margin of sternal shield

convex; posterior margin nearly straight. Sternum III almost separated from shield, connected by a posterior lateral narrowing of the shield; sIV on small, subtriangular metasternal plate. Sternal and genital setae 30-35  $\mu$ . Genital shield short; lsV 73  $\mu$ ; lgp 80  $\mu$ . Ventrianal shield 105  $\mu$  long, 45  $\mu$  wide, with three pairs of preanal setae and with lateral margins concave (Fig. 8) Preanal setae 15  $\mu$ . Ventrianal pores indistinct, on two rounded, slightly punctuate, contiguous areas behind the third pair of preanal setae. Three pairs of setae on membrane surrounding ventrianal shield, the first two (vI and vI<sub>2</sub>) 25 and 12  $\mu$  respectively.

Peritremalia curving around coxa IV, truncate, widened distally, the apex with a minute pore. Dm and Df subequal, uni- and tridentate respectively. Metapodal plate 40  $\mu$ . Leg I 350  $\mu$ ; II and III 315  $\mu$ ; IV 510  $\mu$  and with three macrosetae (Fig. 9); ge and tiIV 65  $\mu$ ; tIV 210  $\mu$ ; sgeIV 22  $\mu$ ; stiIV 82  $\mu$ ; rugose; stIV 25  $\mu$ .

Spermatheca (Fig. 21) with duct short and cylindrical. Insertion on the vesicle joint-like. Vesicle large, pear shaped, with proximal one third of wall conspicuous, remainder tenuous.

MALE. — Ls 245  $\mu$ . Dorsal setae shorter than in female. M1 40  $\mu$ ; M11, L6, M9 60-65  $\mu$ ; L4 90  $\mu$ ; M9/L6 1.00; L4/L4-L6 1.40. Chelicera toothless; Dm shorter than Df. Spermatodactyl acute angled, with short process on outer angle, transverse arm slightly concave, the tip shaped like a duck's bill. Seta stiIV reduced; sgeIV and stIV 18-20  $\mu$ ; stiIV 35  $\mu$ ; ge and tiIV 50-55  $\mu$ ; tIV 170  $\mu$ . Leg I 290  $\mu$ ; II and III 260-265  $\mu$ ; IV 420  $\mu$ . Anterior margin of ventrianal shield convex and shield with three pairs of preanal setae, their length nearly equal to the distances between their bases. Ventrianal pores remote from one another.

DIAGNOSIS. — This species resembles *P. macropilis* but the peripheral setae on the dorsal scutum are much thicker in *horridus* than in *macropilis* and the relationship between seta L1 and L2, and M9 and L6, is different.

DISTRIBUTION. — Type from *Quercus ilex*, Portici, Italy. ATHIAS-HENRIOT (1957) recorded it from Algiers, Maison-Carrée (Alger), in December 1956 on *R. ulmifolius* and associated with *C. pulcher* (C. & F.) and *Panonychus ulmi* (K.). She also collected this species at Béni-Messous (near Algiers) in October 1957, on *Ulmus campestris* with *Tarsonemus* sp., *Brevipalpus obovatus* (DONN.) and *B. phoenicis* (GELJSKES).

### *Phytoseius (Dubininellus) bakeri* CHANT

Fig. 13, 14, 15, 23

*Phytoseius bakeri* CHANT, in press. *Canad. Ent. Suppl.* 12.

FEMALE—Ls 284  $\mu$ . Dorsal scutum faintly reticulated with 15 pairs of setae (Fig. 13). Setae D1, M1, L4, S1, M9 and M11 long, thick,



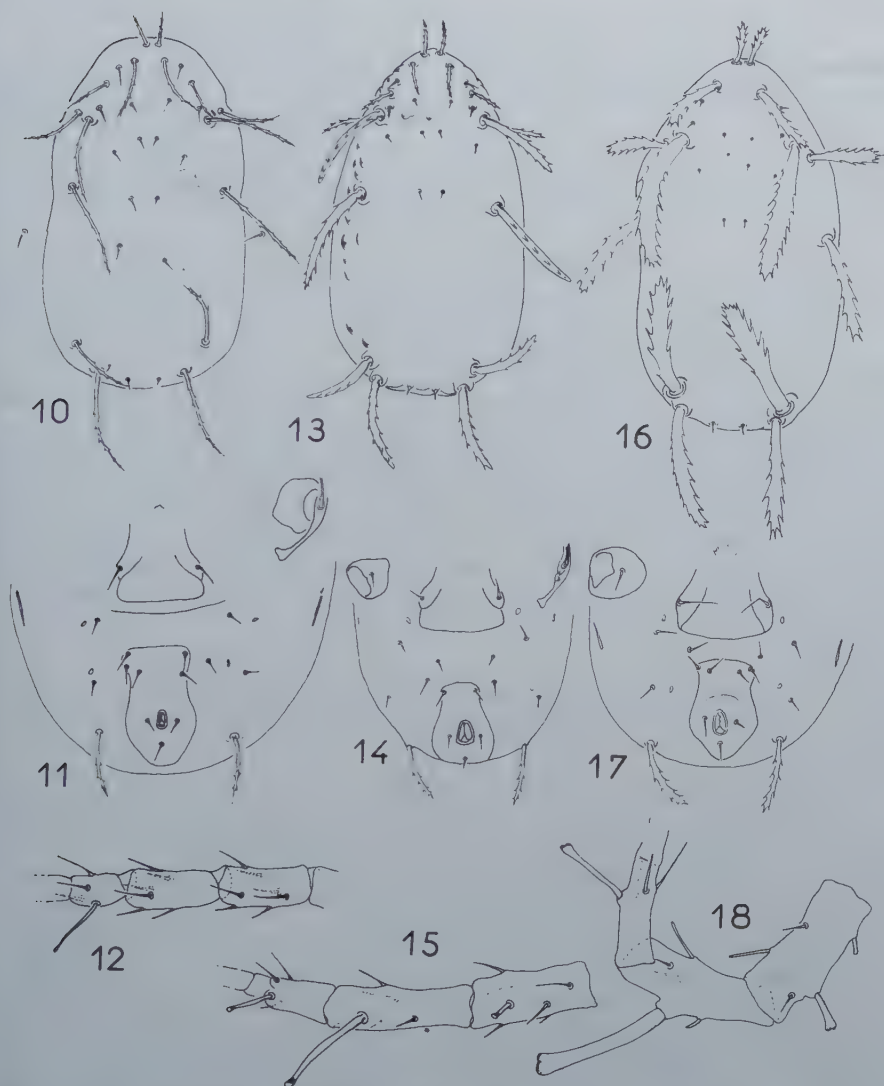


FIG. 10-12 : *Phytoseius plumifer* ; 10, dorsal shield ; 11, posterior ventral surface ; 12, leg IV.

FIG. 13-15 : *Phytoseius bakeri* ; 13, dorsal shield ; 14, posterior ventral surface ; 15, leg IV.

FIG. 16-18 : *Phytoseius platypilis* ; 16, dorsal shield ; 17, posterior ventral surface ; 18, leg IV.

very serrated. Setae L1 and L3 short (8 and 10  $\mu$  respectively). Remaining setae measures as follows : D1 32  $\mu$  ; M1 28  $\mu$  ; L2 26  $\mu$  ; L4 84  $\mu$  ; S1 36  $\mu$  ; L6 86  $\mu$  ; M9 68  $\mu$  ; M11 80  $\mu$  ; M9/L6 0.79 ; L4/L4-L6 1.30.

Sternal shield normal. Sternal and genital setae 14-18  $\mu$ ; Rs 1.40; Rt 2.80; Rv 0.64. Genital shield normal, lsV 62  $\mu$ ; lgp 60  $\mu$ . Ventrianal shield 68  $\mu$  long, 32  $\mu$  wide, with one pair of preanal setae (Fig. 14). Five pairs of setae on membrane surrounding ventrianal shield; vl<sub>1</sub> 12  $\mu$ ; vl<sub>2</sub> 12  $\mu$ ; vl<sub>3</sub> 10  $\mu$ ; Vl<sub>1</sub> 54  $\mu$ , thick, serrated. Leg I 206  $\mu$ ; II and III 170-190  $\mu$ ; IV 310  $\mu$  and with three macrosetae (Fig. 15); ge IV 50  $\mu$ ; sge IV 10  $\mu$ ; tiIV 40  $\mu$ ; stiIV 40  $\mu$ ; tIV 140  $\mu$ ; stIV 14  $\mu$ .

Spermatheca (Fig. 23) as in the other species but duct narrowing abruptly just before subspherical thickening where duct enters vesicle.

MALE. — Ventrianal shield with three pairs of preanal setae. Chelicera with spermatodactyl.

DIAGNOSIS. — This species is distinguished from all others of the genus except *P. ribagai* by having only one pair of preanal setae. It differs from *ribagai* by the shortness of the macrosetae on leg IV, by the shape of the ventrianal shield, and by the relative lengths of setae L1, L2 and L3.

DISTRIBUTION. — Type from citrus, Florida, and deposited in the Canadian National Collection, Ottawa. Also collected on willow in Florida.

*Phytoseius (Dubininellus) platypilis* CHANT.

Fig. 16, 17, 18, 24

*Phytoseius platypilis* CHANT, *in press. Canad. Ent. suppl.* 12.

FEMALE. — Ls 240  $\mu$ . Dorsal scutum faintly reticulated, with 14 pairs of setae, L2 absent (Fig. 16). Setae D1, M1, L4, S1, M9 and M11 very broad and flattened, strongly serrated (L4 18  $\mu$  wide). Setae L1 and L3 minute ( $\frac{1}{4}$   $\mu$ ). Lengths of other setae as follows: D1 22  $\mu$ ; M1 54  $\mu$ ; L4 100  $\mu$ ; L6 70  $\mu$ ; S1 48  $\mu$ ; M9 82  $\mu$ ; M11 80  $\mu$ ; M9/L6 1.01; L4/L4-L6 1.00.

Peritrema with slender, posterior projection curving around base of coxa IV. Sternal shield normal. Sternal and genital setae 24-30  $\mu$ . Rs about 1.10; Rt 2.40; Rv 0.75. Genital shield normal; lsV 60  $\mu$ ; lgp 80  $\mu$ . Metapodal plate 22  $\mu$ . Ventrianal shield 80  $\mu$  long, 40  $\mu$  wide, with noticeable constriction posterior to preanal setae that causes it to appear flask-shaped, with three pairs of preanal setae (Fig. 17). Four pairs of setae surrounding ventrianal shield, vl<sub>1</sub> 16  $\mu$ ; vl<sub>2</sub> 12  $\mu$ ; vl<sub>3</sub> 12  $\mu$ ; Vl<sub>1</sub> 50  $\mu$ . Leg I 266  $\mu$ ; II and III 245  $\mu$ ; IV 386  $\mu$  and with three macrosetae (Fig. 18); geIV 56  $\mu$ ; sgeIV 14  $\mu$ ; tiIV 56  $\mu$ ; stiIV 54  $\mu$ ; tIV 160  $\mu$ ; stIV 26  $\mu$ . Df with two teeth and pilus dentilis, Dm with one small tooth.

Spermatheca (Fig. 24) with duct short, cylindrical, connected to vesicle by a small, subspherical thickening. Vesicle elliptical, as in *P. ribagai*.

MALE. — Unknown.

DIAGNOSIS. — This species is characterized by the absence of L2 and by the relative flatness and the extreme serration of the peripheral setae on the dorsal scutum.

DISTRIBUTION. — Type from Florida, on lantana, and deposited in the Canadian National Collection, Ottawa.

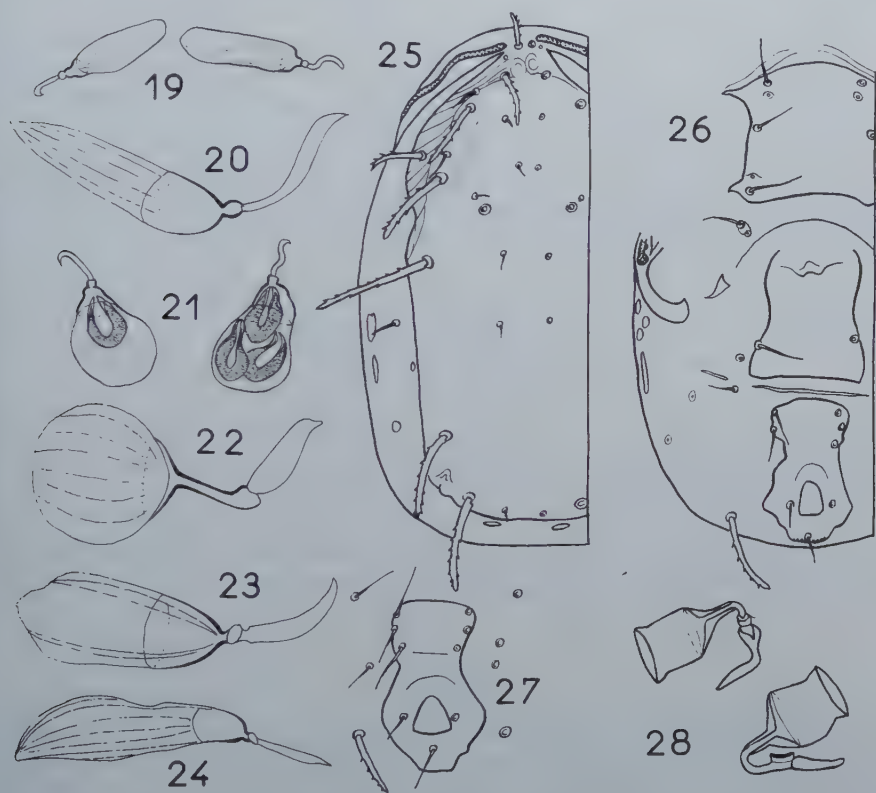


FIG. 19-24 : Spermathecae of known species of *Phytoseius*; 19, *P. ribagai*; 20, *P. macropilis*; 21, *P. horridus*; 22, *P. plumifer*; 23, *P. bakeri*; 24, *P. platypilis*.

FIG. 25-28 : *Phytoseius nahuatlensis*; 25, dorsal surface; 26, ventral surface; 27, ventrianal shield and ventral opisthosomal setae; 28, spermatheca.

***Phytoseius (Dubininellus) corniger* WAINSTEIN**

*Phytoseius (Dubininellus) corniger* WAINSTEIN, 1959. *Zool. J.* 38 (9) : 1362-1364; Figs. 1, 2, 3, 5.

We have not seen this species. It closely resembles *P. macropilis* and *P. horridus* in having the dorsal shield strongly ornamented and about 300  $\mu$  long, the dorsal peripheral setae rather stout, seta L4

noticeably longer than L6, stiIV long, and three pairs of preanal setae (the mean number of these setae is 5.8). In the female, the endopodal sclerotization associated with coxa IV is a triangular and very large plate and the ventrianal shield is very elongate. The spermatheca has not been figured. Measurements : L4 140  $\mu$ ; L6 80  $\mu$ ; M9 105  $\mu$ ; M11 90  $\mu$ ; V1<sub>1</sub> 65  $\mu$ ; leg I 265  $\mu$ ; II and III 240-245  $\mu$ ; IV 390  $\mu$ ; tIV 160  $\mu$ ; tiIV 60  $\mu$ .

In the male, the spermatodaetyl is L-shaped with the tip shortly bifid.

DIAGNOSIS. — *P. corniger* differs from *macropilis* and *horridus* by the absence of sgeIV, the shape of the endopodal plate IV and of the ventrianal scutum, and by the relative lengths of the dorsal setae.

DISTRIBUTION. — Collection data of type material not given. The species has been collected in Central Asia, Southern Kazakhstan, on the genera *Morus*, *Ficus*, *Malus*, *Vitis* and *Ulmus*.

## DUBIOUS SPECIES

### *Phytoseius finitimus* RIBAGA

*Phytoseius finitimus* RIBAGA, 1902. *Riv. Path. Veg. Portici* 10 : 178.

RIBAGA's description of the species is too vague and general for it to be identified.

(Entomology Research Institute for Biological Control, Belleville, Ontario, Canada. Ecole nationale d'Agriculture, Alger, France).

## RÉSUMÉ

Les espèces du genre *Phytoseius* sont planticoles et prédatrices d'acariens phytophages; elles appartiennent donc à l'acarofaune auxiliaire des végétaux verts. La présente note est une mise au point de nos connaissances actuelles du genre dont on a, jusqu'à présent, reconnu 8 espèces, dont deux viennent d'être nouvellement décrites de Floride, une d'Amérique centrale et une d'Asie centrale.

Les *Phytoseiidae* sont des Parasitoïdes caractérisés par la présence d'un scutum dorsal indivis portant au plus 20 paires de soies, d'un scutum épigynal tronqué postérieurement pourvu d'une seule paire de soies, par l'absence de dimorphisme sexuel au niveau de la patte II et la non-coalescence, chez le mâle, des scutums ventrianal et sternal.

Le genre *Phytoseius* a été créé par RIBAGA (1902) pour une espèce possédant une paire de soies préanales, désignée comme génératype et identifiée, par cet auteur, à *Gamasus plumifer* CANESTRINI ET FANZAGO, 1876; or, cette identification était erronée, car *G. plumifer* a trois paires de soies préanales. Une espèce trouvée près d'Alger, portant une paire de soies préanales, est vraisemblablement identique à celle qui a motivé la création du genre. Cette espèce, nouvellement nommée *ribagai*, est considérée par les auteurs comme le génératype de *Phytoseius* RIBAGA.

Quant à la définition du genre, celle, originale, de RIBAGA, a appelé, par son insuffisance, une addition de NESBITT (1951) (basée sur *P. macropilis* (BANKS),



seule espèce suffisamment connue à cette époque); à mesure que d'autres espèces du genre ont été reconnues, quelques additions et corrections ont encore été jugées nécessaires (CHANT, 1957 et dans un article à paraître, ATHIAS-HENRIOT, 1957). Ces divers textes, relatifs à la définition du genre, sont analysés ou cités et, enfin, corrigés par quelques nouvelles précisions.

Les espèces connues se divisent en deux groupes, selon qu'elles possèdent, ou non, les soies D7 et S2: WAINSTEIN (1959) en fait les deux nouveaux sous-genres *Phytoseius* (possédant D7, S2), type *P. plumifer* (C. & F.) et *Dubininellus* (dépourvu de D7, S2), type *P. corniger* WAINSTEIN, 1959.

Dans la présente révision, on a tenté d'établir une liste des caractères dont la variabilité interspécifique est assez grande pour permettre la séparation des espèces et, dans la mesure du possible, chiffrables et dépourvus d'ambiguïté. La plupart de ces caractères sont donnés dans le tableau I et sont utilisés dans les clés de détermination des femelles adultes du genre *Phytoseius*.

Les espèces connues sont brièvement décrites et 7 sont illustrées. Leur répartition (telle qu'elle est actuellement connue) est la suivante. Sous-genre *Phytoseius*: *P. plumifer* (C. & F.) (fig. 10, 11, 12, 22). Europe, Algérie, Californie, Mexique; *P. nahuatlensis* DE LÉON (fig. 25-28), Amérique centrale. Sous-genre *Dubininellus*: *P. macropilis* (BANKS) (fig. 4, 5, 6, 20), probablement cosmopolite; *P. ribagai* ATHIAS-HENRIOT (fig. 1, 2, 3, 19) et *P. horridus* RIBAGA (fig. 7, 8, 9, 21), Italie, Algérie; *P. bakeri* CHANT (sous presse) (fig. 13, 14, 15, 23) et *P. platypilis* CHANT (sous presse) (fig. 16, 17, 18, 24), Floride; *P. corniger* WAINSTEIN, Asie centrale. Enfin, *P. finitimus* RIBAGA, d'Italie, est *species dubia*, sa description étant insuffisante à une identification.

## REFERENCES

- ATHIAS-HENRIOT, C. — 1957. *Phytoseiidae* et *Aceosejidae* (Acarina, Gamasina) d'Algérie. I. Genres *Blattisocius* KEEGAN, *Iphiseius* BERLESE, *Amblyseius* BERLESE. *Phytoseius* RIBAGA, *Phytoseiulus* EVANS. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **48**, 319-352.
- BANKS, N. — 1909. New Canadian mites. — *Proc. Ent. Soc. Washington*, **11**, 133-143.
- CAMIN, J. H. & F. E. GORIROSSI. — 1955. A revision of the suborder *Mesostigmata* (Acarina), based on new interpretations of comparative morphological data. — *Chicago Acad. Sci. Spec. Publ.* 11.
- CANESTRINI, C. & F. FANZAGO. — 1876. Nuovi acari italiani. — *Atti Soc. Veneto-Trent.*, **5**, 130-142.
- CHANT, D. A. — 1957. Descriptions of two new phytoseiid genera (Acarina: *Phytoseiidae*), with a note on *Phytoseius* Ribaga, 1902. — *Canad. Ent.*, **89**, 357-363.
- *In press*. Phytoseiid mites (Acarina: *Phytoseiidae*). Part I: Bionomics of seven species in Southeastern England. Part II: A taxonomic review of the family *Phytoseiidae*, with description of 37 new species.
- CUNLIFFE, F. & E. W. BAKER. — 1953. A guide to the predatory phytoseiid mites of the United States. — *Pinellas Biol. Lab. Pub.*, 1.
- DE LEON, D. — 1959. A new genus and three new species of phytoseiid mites from Mexico with collection records on *Phytoseius plumifer* (C. & F.) and *P. macropilis* (BANKS). — *Ent. News*, **70** (6), 147-152.
- EVANS, G. O. — 1957. An introduction to the British *Mesostigmata* (Acarina) with keys to the families and genera. — *J. Linn. Soc. London, Zool.*, **43**, 203-256.
- GARMAN, P. — 1948. Mite species from apple trees in Connecticut. — *Connecticut Agr. Expt. Sta. Bull.*, 520, 1-27.
- MURGATROYD, J. H. — 1952. *Phytoseius spoofi* (OUDS.) (Acari, *Laelaptidae*) new to Britain. — *Ent. Mon. Mag.*, **88**, 264.
- NESBITT, H. H. J. — 1951. A taxonomic study of the *Phytoseiinae* (Family *Laelaptidae*) predacious upon *Tetranychidae* of economic importance. — *Zool. Verhandl.* **1** (12), 1-64.

- 1954. Some random notes on the mite fauna of Limburg with the description of two new species. — *Natuurhist. Maandbl.*, **43**, 19-24.
- OUDEMANS, A. C. — 1915 a. Acarologische Aanteekeningen. — *Ent. Ber.*, **4** (83), 184.  
— 1915 b. Notizen über Acari, XXII (*Parasitidae*). — *Arch. Naturgesch.*, **81** A (1), 161-165.
- RIBAGA, C. — 1902. Gamasidi planticoli. — *Riv. Pat. Veg. Portici*, **10**, 175-178.
- WAINSTEIN, B. A. — 1959. Novyi podrod i vid roda *Phytoseius* RIBAGA, 1902 (*Phytoseiidae*, *Parasitiformes*). — *Zool. J.*, **38** (9), 1361-1365.
- WOMERSLEY, H. — 1954. Species of the subfamily *Phytoseiinae* (Acarina, *Laelaptidae*) from Australia. — *Austral. J. Zool.*, **2**, 169-191.

(*Entomology Research Institute for Biological Control,  
Belleville, Ontario, Canada.*

*École nationale d'agriculture, Alger, France).*

PRINCIPALES PARASITOS OBSERVADOS  
EN LOS DEFOLIADORES DE ESPAÑA CON  
ATENCION PARTICULAR DE LA *LYMANTRIA DISPAR* L.

POR

N. ROMANYK (1) Y A. RUPEREZ. (2)

I. — Estado actual de las plagas forestales españolas

Por orden de importancia de los daños observados en los últimos siete años, podríamos agrupar a los defoliadores en la siguiente lista :

*Tortrix viridana* L.  
*Lymantria dispar* L.  
*Lymantria monacha* L.  
*Malacosoma neustria* L.  
*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.  
*Diprion pini* y *sertifer* GEOFFR.  
*Tortrix loeflingiana* L.  
*Catocala nymphagoga* ESPER. y *Ephesia nimpha* ESPER.  
*Stilnoptia salicis* L.

De menor importancia podemos considerar a :

*Lyda campestris* L. y *pratensis* FABR.  
*Melasoma populi* L.  
*Chloephora bicolorana* FUESSL.  
*Brachyderes suturalis* GRAELLO.  
*Euproctis chrysorrhoea* L.  
*Galerucella luteola* MULL.

Una vez observada y comprobada durante estos años la importancia de los daños ocasionados por los mencionados insectos forestales, el Gobierno Español decidió proceder a su combate para salvar las riquezas que se perdían todos los años.

El método de espolvoreo por la técnica Torrent y el de pulverización en alguno casos, nos dió excelentes resultados, utilizando los insecticidas adecuados para cada insecto. De la envergadura de los tratamientos realizados podemos hacernos una idea si tenemos en cuenta que entre los años 1953-1958 fueron tratadas 1 000 000 Has. por el Servicio de Plagas Forestales.

(1) Jefe de la Sección de Estudios del Servicio de Plagas Forestales.

(2) Jefe del Laboratorio de Patología de Insectos.

Lo cierto es que la lucha química a que nos referimos fué llevada a cabo siempre con reducido gasto por hectárea con lo que se consiguió salvar las cosechas de bellota en el caso de los encinares, o prevenir la muerte de los pinos, en el caso de resinosas.

Así, sigue existiendo la *T. viridana* L. en centenares de miles de hectáreas acompañada normalmente por *C. bicolorana* FUESSL., *M. neustria* L. y *Tortrix loenfligiana* L. Continúa observándose ataques de *T. pityocampa* SCHIFF. por todo el país y *S. salicis* L. en casi todas las choperas.

## II. — Las plagas y el parasitismo

Simultáneamente, con el combate de las plagas con procedimientos químicos, hemos mantenido nuestras observaciones y estudio de la fauna de los predadores y de los parásitos, con el fin de valorar el alcance de su labor beneficiosa.

De una manera general hemos observado más actividad de insectos útiles en las plagas llamadas periódicas que en las denominadas endémicas.

*Tortrix viridana* L. — De una manera indiscutible ocupa el primer puesto la *Tortrix viridana*, lepidóptero, cuyos ataques se han registrado en más de dos millones de hectáreas de bosques de *Quercus ilex*, *lusitanica* y *pyrenaica*.

Aunque no logre defoliar por completo los árboles, sus daños son elevadísimos, debido a las pérdidas de la cosecha anual de fruto o bellota, la cual se utiliza para alimentación del ganado porcino principalmente. Estos últimos años se valora la pérdida en unos mil millones de pesetas. A esta cifra habría que añadir las pérdidas de crecimiento en las masas atacadas que aumentarían aún más la cifra que representa los daños de dicho insecto.

Los parásitos que atacan a este insecto han sido bastarte bien estudiados, sin embargo no se ha encontrado con la acción de los mismos un elemento de lucha aconsejable.

MERCET, en el año 1932 ya conocía más de 40 parásitos de esta especie, nosotros hemos encontrado :

*Pimpla maculator* F.

*Ephialtes carbonarius* CHRIST.

*Phaeogenes stimulator* GR.

Dos braconidos sin determinar.

En España la más frecuente es la *Pimpla maculator* que se encuentra repartida de manera irregular y parece proliferar en mejores condiciones en aquellos bosques en que las condiciones climáticas son precisamente muy diferentes a las de la mayoría de los encinares españoles. En estos casos excepcionales se ha encontrado que *P. macu-*



*lator* llegaba a parasitizar el 78 % de las crisálidas de *T. viridana*, que se encontraban atacando una masa de *Quercus lusitanica* en las provincias de Teruel y Guadalajara.

Las demás partes de España el parasitismo observado en *Tortrix viridana* es francamente poco alentador.

Gracias a la aportación de cierta cantidad de preparado de esporas del *Bacillus thuringiensis*, facilitado por el Instituto Pasteur, de Paris, esperamos realizar ensayos contra este importantísimo insecto perjudicial, alentados por las experiencias satisfactorias obtenidas en los Laboratorios de La Minière.

***Lymantria dispar* L.** — Es la plaga en que la labor útil de los predadores y los parásitos se observa con más claridad. Podemos citar :

Parasitos de huevos .....	<i>Ooencyrtus masi</i> MERCET. <i>Schedius kucanae</i> HOW. <i>Anastatus disparis</i> RUS.
Parásitos de orugas.....	<i>Apanteles vitripennis</i> HAL. <i>Apanteles melanoscelus</i> RATZ. <i>Apanteles portehtriae</i> MUES. <i>Hyposotes disparis</i> VIER. <i>Tricolyya grandis</i> ZETT. <i>Compsilura concinnata</i> MEIG.
Parásitos de crisálidas .....	<i>Brachymeria intermedia</i> NEES. <i>Pimpla instigator</i> F. <i>Monodontomerus aereus</i> WLK. <i>Tricolyya</i> y <i>Compsilura</i> .
Sospechosos de Hiperparasitismo ...	<i>Habrocytus poecilopus</i> . <i>Hemiteles pulchellus</i> GR. <i>Dibrachys boucheanus</i> RATZ. <i>Monodontoremus aereus</i> WLK. <i>Hockeria bimaculata</i> . <i>Gelis provida</i> .
Predadores .....	<i>Calosoma sycophanta</i> L. <i>Calosoma inquisitor</i> L. Carabidos indeterminados.

En el año 1957, por ejemplo, fueron comprobados en un lote de crisálidas, de *Ledesma* (Salamanca) :

52,5 %	de crisálidas parasitizadas	por <i>M. aereus</i> WLK.
32,5 %	—	— por <i>B. intermedia</i> NEES.
6 %	—	— por Taquinidos.
4 %	—	— por enfermedad indeterminada.
5 %	—	— Sanas.

En el año 1958 se observó en el mismo lugar resultados diferentes, según el estado de defoliación del arbolado :

ZONA COMPLETAMENTE DEFOLIADA		ZONA PARCIALMENTE DEFOLIADA	
<i>B. intermedia</i> NEES.....	51,74 %	<i>B. intermedia</i> NEES.....	38,72 %
Taquinidos .....	30 %	Taquinidos.....	36,13 %
<i>M. aereus</i> WLK.....	3 %	<i>M. aereus</i> WLK.....	2 %
Enfermedades.....	16,06 %	Enfermedades.....	12,62 %
Sanas .....	0,2 %	Sanas .....	10,53 %

El caso más curioso de la relación anterior lo constituye *M. aereus* WLK. muy extendido en el año 1957 y muy escaso en el siguiente año, al revés que los Dípteros. Como dicho himenoptero también puede actuar como hiperparásito, se nos ocurre que probablemente en el año de la abundancia actuaba como tal sobre crisálidas parasitizadas por los taquinidos.

La actuación de la *Brachymeria intermedia* NEES es mucho más estable y consecuente, pareciendo ser dicho insecto muy indicado para ensayos de lucha biológica.

Otro tanto le ocurre con *Apanteles* que existe en todos los focos de dispar alcanzando a veces tantos por cientos elevadísimos.

En el año 1958 hemos visto un foco con más 78 % de orugas muertas por *Apanteles*.

Conviene también destacar la labor de los Calosomas que suelen aparecer enormes cantidades durante el máximo de la plaga.

Los insectos anteriormente mencionados viven en toda España donde hay plaga de *dispar*.

Con los parásitos de huevos *Schedius kurwanae* HOW. y *Anastatus bifasciatus* FONSC. no ocurre tanto, pues el primero es casi exclusivo de la parte Sur de la Península.

La *L. dispar* es una plaga típica de bosques de *Quercus*, sus ataques periódicos se hicieron sentir últimamente en unas 70 000 Has. de monte. El daño consiste en defoliaciones totales o parciales, siempre con pérdida del fruto y disminución del crecimiento.

Hace unos años, en 1952 y 1953, se observó la presencia de este insecto sobre una masa de *Pinus radiata*, en la provincia de Asturias; dicho foco fué rápidamente tratado por procedimientos químicos y no se ha vuelto a apreciar la presencia del insecto sobre la especie forestal citada últimamente.

*Lymantria monacha* L. — Este insecto ha ocupado el 3<sup>er</sup>. puesto en importancia, hasta hace poco tiempo; esta plaga es típica del *Pinus sylvestris*, entre 1 000 y 2 000 metros sobre el nivel del mar, observada y combatida en unas 60 000 Has.

Como se comentó anteriormente ya hemos visto que en la actualidad no inquieta el desarrollo de esta plaga por haber sido combatida

enérgicamente por procedimientos químicos, no obstante, al igual que con los demás insectos, hemos estudiado su parasitismo a fin de establecer una posible lucha biológica. Se han observado con bastante frecuencia los siguientes parásitos casi exclusivamente de orugas y crisálidas, que son :

*Pimpla examinador* F.  
*Pimpla ovalis* THOMS.  
*Pimpla maculator* F.  
*Cryptus leucocheir* RTZB.

Sin haber estudiado profundamente la acción de cada uno por separado podemos afirmar que en conjunto la labor de dichos cuatró insectos fué importante. La desaparición de *L. monacha* de nuestros montes, se debe aparte de los tratamientos, a estos insectos cuyo parasitismo ha sido elevado a veces.

La causa más importante de la regresión de este insecto ha sido una virosis que ha llegado a hacer desaparecer la plaga en algunos focos.

***Malacosoma neustria* L.** — Este insecto ocupó el 4º lugar en importancia, siendo plaga que ha estado muy extendida, aunque casi nunca dominante, asociada normalmente con *Tortrix viridana* L. o *Lymantria dispar* L.

En orugas y crisálidas hemos localizado ocho especies, siete de ellas del género *Pimpla*, tales como :

<i>Pimpla inquisitor</i> SCOP.	<i>Pimpla brevicornis</i> GR.
<i>Pimpla ruficollis</i> GR.	<i>Pimpla viduata</i> GR.
<i>Pimpla detrita</i> HEGR.	<i>Pimpla detrit?</i>
<i>Pimpla maculator</i> F.	<i>Phaogenes stimulator</i> GR.

***Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.** — Los parásitos de este insecto son bastante numerosos en todos los estados de la plaga. Los más corrientes en el caso de los huevos son :

*Tetrastichus tibialis* KURD.  
*Trichogramma* sp.  
*Ooencyrtus pityocampae* MERCET.

En las orugas abunda el díptero *Exorista*. Los porcentajes de parasitación son muy variables.

Otros parásitos himenópteros son :

*Anomalon latro* SCHR.  
*Exetastes adpresovius*.  
*Xenoschesis fulvipes*.

***Catocala nimphagago* ESPER. y *Ephesia nimphaea* ESPER.** — También en el género *Quercus* se han observado fuertes ataques a cargo de estos insectos, que aunque no llegaron a invadir grandes extensiones, se caracterizan por su extraordinaria virulencia, ocasionando defoliaciones muy fuertes.

Hemos localizado 10 parásitos bastante frecuentes, la mayoría parásitos de orugas y crisálidas :

*Ichneumon singularis*.

*Cryptus recreator*.

*Ichneumon rufinus* GR.

*Labrorychus clandestinus* GR.

*Nemeritis canescens* TH.

*Barylypa rufa* HLGR.

*Ichneumon lacrymator* FONSC.

*Mesostenus gladiator* SCOP. v. *juvenilis*.

*Ephialtes abbreviatus* THOINS.

*Pimpla examinador* F.

Sobre los huevos de *Catocala* se ha encontrado un calcídido pendiente de determinación, del género *Telenomus*.

### III. — Labor realizada en la lucha biológica

*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. — Hemos hecho algunos ensayos de propagación del *Tetrastichus tibialis*, consistentes en una distribución de las puestas parasitizadas una vez nacidas las orugas.

*Diprion pini* L. — Como dijimos anteriormente, en 1948 se recolectaron 18 millones de capullos. El total de parásitos liberados en Albarracín, según cálculos de los Sres. CEBALLOS y ZARCO fué del orden de 3 000 000.

Se calculó también que el parasitismo sobre *Diprion* en el año 1949 fué del orden de 63,88 %. Como consecuencia se confirmó también una apreciable disminución de la plaga en toda la extensión. Un año más tarde ya no había daño alguno en dicha zona.

*Lymantria dispar* L. — Para dichos ensayos fueron elegidos los siguientes insectos : *Calosoma sycophanta* L., *Apanteles vitripennis* HAL., *Anastatus bifasciatus* FONSC. y *Schedius kurwanae* HOW.

El *Calosoma* se puede reproducir y hemos conseguido ciertos resultados, pero con dificultades. La mayor de ellas es la falta de orugas en la época de verano tardío y otoño. Fueron vencidas sustituyéndolas por otros elementos, tales como crisálidas, pescado cocido y pan con leche, pero los insectos no las toman a gusto y hay bastante mortalidad. Parece ser que el insecto soporta mal el cautiverio y no conviene criarlo en el laboratorio cerrado. Un ensayo hecho en jaulas al aire libre nos confirmó esta suposición.

En cuanto a *Apanteles*, el ensayo fracasó debido a una enfermedad contagiosa de virosis a consecuencia de la cual, murieron todas las orugas destinadas para la parasitización artificial.

El año 1958 hemos llevado a cabo la suelta de 1 500 000 *Anastatus*. Sobre la técnica de obtención del material vivo ya hemos publicado con anterioridad la manera de operar, nos referimos ahora al método de repartición del material vivo.

El *Schedius kurwanae* HOW. ha demostrado ser un insecto que con gran facilidad ovopone sobre el material que se le presenta; el principal



inconveniente en el empleo de este parásito estriba en lo fácilmente que degenera a partir de la cuarta o quinta generación y resiembra.

No obstante, el elevado número de huevos que puede parasitizar el *Schedius*, ya que según algunos autores puede llegar a poner hasta 200 huevos; nosotros hemos ensayado porcentajes de parasitismo para tratar de hallar cual es el porcentaje mínimo de hembras de *Schedius* capaces de destruir la totalidad de los huevos de *L. dispar* L. Hemos hallado que por cada 100 huevos de *L. dispar* se necesitan de 8 a 9 hembras de *Schedius*; una cantidad superior de *Schedius* ocasiona inmediatamente una notable reducción del número de descendientes.

La garantía de extinción de la *L. dispar* L. no la podemos obtener salvo cuando empleamos un 9 % de *Schedius*.

Esta cifra es poco alentadora al principio, sin embargo téngase en cuenta que en la naturaleza se realiza en un año un promedio de 3 a 4 generaciones, en esto reside el verdadero valor de la utilización del *Schedius* como enemigo de la *L. dispar* L.

*Otros métodos de lucha biológica.* — Durante el presente año nos proponemos realizar un tratamiento contra la *Lymantria dispar* L., *Stilpnoptia salicis* L. y *Diprion sertifer* GEOFFR. a base de pulverizaciones con suspensiones poliedricas específicas.

Del mismo modo y gracias a un envío del Instituto Pasteur, de Paris, pensamos realizar por la técnica de espolvoreo diversos tratamientos contra la *T. viridana* L. y al mismo tiempo valorar el poder patógeno con distintas plagas españolas.

(Servicio de Plagas Forestales, Madrid).

### RÉSUMÉ

Dans la première partie de ce rapport est donné un exposé des infestations forestières les plus importantes et des traitements appliqués par le « Servicio de Plagas Forestales » (Service de défense des végétaux); ainsi, au cours de l'année passée, des peuplements d'une extension supérieure à 300 000 ha ont été traités.

Quoiqu'on ait réussi à résoudre, grâce aux moyens chimiques, le grave problème économique, on continue les investigations relatives aux parasites qui pourraient servir éventuellement pour la lutte biologique. De ce fait, une liste des principaux parasites observés est présentée, ainsi que quelques données concernant le pourcentage de parasitisme.

La troisième partie apporte des précisions sur la lutte biologique réalisée contre *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., *Diprion pini* L. et *Lymantria dispar* L. une attention particulière est portée à cette dernière espèce en raison de sa grande diffusion et des particularités de son évolution en relation avec divers facteurs.

### BIBLIOGRAFIA

- CEBALLOS, G. & E. ZARCO. — 1952. Ensayo de lucha biológica contra una plaga de *Diprion pini* (L.) en masas de *Pinus silvestris*, de la Sierra de Albarracín. — Madrid.
- CEBALLOS, P. — 1957. Trabajos efectuados contra el *Diprion pini* L. por el Servicio de Plagas Forestales en el año 1957. — *Bol. Serv. Plag. Forestales*, 1, 21-25.

- GARCIA MERCET. — 1932. Los parásitos de los insectos perjudiciales. — Salvat.
- ROMANYK, N. — 1958. Ecología y Biología de algunos grupos de insectos de interés forestal en España. — *Rev. de la Real Acadm. de Cien. Extas. Fis. y Nat.*, Madrid, **52**, 000-000.
- 1958. Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Spanien Sonderdruck aus *Z. ang. Entomologie*, **43**, **3**, S. 336-338.
- 1958. Los tratamientos y el parasitismo de la *L. dispar* en los encinares de Salamanca. — *Bol. Serv. Plag. Forestales*, **1**, 27-32.
- 1958. La situación de plagas de insectos forestales en España en 1958. — *Bol. Serv. Plag. Forestales*, **1**, 89-93.
- RUPEREZ, A. — 1957. Relaciones térmicas entre el *Quercus ilex* y sus plagas. — *Rev. Montes*, **78**.
- 1957. La Encina y sus tratamientos. — 154 p., 77 lam. 2 col.; Madrid.
- 1958. Sugerencias sobre la lucha biológica contra la *Lymantria dispar* en estado de huevo. — *Bol. Serv. Plag. Forestales*, **1**, 41-53.
- 1958. Combate y reducción de la *Lymantria monacha* en España. — *Bol. Serv. Plag. Forestales*, **1**, 95-107.
- TORRENT, J. — 1954. Lucha contra las plagas de los encinares españoles. — *Conferencia en la Esc. de Ings. de Montes*, Madrid.
- 1955. Lucha contra la *Tortrix* de la encina en España. — *Bol. Fitosanitario de la FAO*, **3**, (8), 117-121.
- 1957. Lucha contra las plagas. — *Estudios Hispánicos de desarrollo económico*, **5**, 289-308.

(Servicio de plagas forestales, Madrid).

# VERSUCHE ZUR BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG DES APFELWICKLERS (*CARPOCAPSA POMONELLA* (L.)) DURCH EIPARASITEN DER GATTUNG *TRICHOGRAMMA* (1-2)

VON

WOLFGANG STEIN

---

## I. Einleitung

Schlupfwespen der Gattung *Trichogramma* (Hym., *Trichogrammatidae*) sind Eiparasiten, die ihre präimaginale Entwicklung in Eiern anderer Insekten, hauptsächlich in Lepidopteren-Eiern, durchmachen. Ihre geringe Grösse (unter 1 mm) sowie ihre leichte Züchtbarkeit im Laboratorium lassen sie als ein geeignetes Objekt für eine bestimmte Form der biologischen Schädlingsbekämpfung von Schmetterlingen erscheinen, und zwar für die massierte Freilassung nach Zucht im Laboratorium. Berichte über die Anwendung dieses Verfahrens gegen verschiedene Schädlinge liegen aus allen Teilen der Erde in grosser Zahl vor (Zusammenstellung bei FRANZ 1960).

Aus Deutschland ist ausser 3 misslungenen Freilassungsversuchen (STELLWAAG 1929 gegen Traubenwickler, WELLENSTEIN 1934 *a* und 1934 *b* gegen die Forleule und ZWÖLFER 1930 gegen den Maiszünsler) nur ein erfolgreich verlaufener Versuch gegen *Mamestra brassicae* und *Pieris* sp. auf kleinen Flächen bekannt geworden (VOELKEL 1926).

Ein besonders lohnendes Objekt für derartige biologische Bekämpfungsmassnahmen sind obstschädigende Wickler, besonders der Apfelwickler. Einmal sind in den letzten Jahren in zunehmendem Masse Resistenzerscheinungen gegen chemische Bekämpfungsmittel bei dieser Art bekannt geworden (u. a. BARNES 1958, CUTRIGHT 1954, GLASS & FIORI 1955), wodurch eine chemische Bekämpfung örtlich immer schwieriger wird. Zum anderen ist die Aufmerksamkeit in den letzten Jahren durch zahlreiche Untersuchungen auf den negativen Einfluss von Pflanzenschutzmitteln auf die Nützlingsfauna der Obstgärten gelenkt worden (siehe u. a. STEINER 1956 und 1958 sowie die zusam-

(1) Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

(2) Herrn ORR. Dr. J. FRANZ, auf dessen Anregung die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt wurden, sei für wertvolle Hilfe und jederzeitige Unterstützung der Arbeit gedankt.

menfassenden Darstellungen bei RIPPER 1956 und SCHNEIDER 1955). Es ist manchmal sogar möglich, dass Arten von geringer Populationsdichte nach Vernichtung ihrer natürlichen Feinde zu bedeutenden Schädlingen werden, wie es die Vermehrung von Spinnmilben nach Anwendung von D.D.T. zeigt (Lit. bei LÖCHER 1958).

Es wurden deshalb in verschiedenen Teilen der Erde schon seit längerer Zeit Versuche unternommen, den Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* (L.)) durch Einsatz von *Trichogramma*-Schlupfwespen biologisch zu bekämpfen, wobei besonders in den U.S.A. (FLANDERS 1955), noch mehr aber in der Sowjetunion (u. a. KOVALOVA 1957, TELENGA 1956 und VOLKOV 1954) solche Erfolge erzielt werden konnten, dass die Massnahmen teilweise schon Eingang in die Praxis gefunden haben.

In den Jahren 1958 und 1959 wurden nunmehr auch in Deutschland erstmalig derartige Versuche durchgeführt. Sie hatten das Ziel, eine Verwendungsmöglichkeit von *Trichogramma* unter den hiesigen Witterungsbedingungen entweder allein oder zusätzlich zu bestimmten Mitteln zu prüfen und, falls sie grundsätzlich besteht, in der Praxis anwendbare Zucht- und Freilassungsverfahren für dieses Gebiet zu entwickeln. Die vorliegende Arbeit gibt einen ersten Bericht über die Versuche, die weitergeführt und den praktischen Anforderungen noch besser angepasst werden sollen.

An dieser Stelle sei dem Pflanzenschutzamt Frankfurt/Main und der Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart für jederzeitige Unterstützung sowie dem Institut für Zoologie der Biologischen Bundesanstalt Berlin-Dahlem (Dr. K. MAYER, Dr. W. QUEDNAU) für wertvolle Hinweise gedankt. Auch Herrn Prof. Dr. S. E. FLANDERS (Kalifornien) und Frau Dr. V. A. SCEPETILNIKOVA (Leningrad) sei für Hilfe beim Aufbau der Zuchten und für wichtige Ratschläge Dank ausgesprochen.

## II. Versuchsgelände

Für die Untersuchungen standen mehrere Obstanlagen in Wiesbaden, Lauffen (Neckar) und Darmstadt zur Verfügung. In folgenden 4 Gärten wurden Freilassungsversuche durchgeführt :

*Versuchsgarten A* (Wiesbaden-Biebrich) : Gemischte Anlage mit Stein- und Kernobst. Hochstämme, Alter 35 Jahre. Seit wenigstens 10 Jahren keine chemische Behandlung mehr. Untersucht wurden Bäume der Sorte Bellefleur.

*Versuchsgarten B* (Wiesbaden-Erbenheim) : Gemischte Anlage mit vorwiegend Kernobst. Buschobst, Alter 9-10 Jahre. Untergrund eine stark wuchernde Krautschicht. Letzte chemische Behandlung 1953 mit D.D.T. Untersucht wurden Bäume der Sorten James Grieve und Oldenburg.

*Versuchsgarten C* (Wiesbaden-Erbenheim) : Reine Apfelanlage. Buschobst, Alter 10-11 Jahre. Untergrund reiche Grasschicht mit Brombeeren. Letzte chemische Behandlung 1953 mit D.D.T. Untersuchte Apfelsorte Ontario.

*Versuchsgarten II* (Lauffen/Neckar) : Fast reine Apfelanlage. Hochstämme, Alter 18 Jahre. Untergrund ohne Bewuchs. In den letzten Jahren wurde ein vollständiges Spritzprogramm eingehalten. Im Untersuchungsjahr wurden dagegen nur 12 Fungizidspritzungen (Pomarsol forte, 0,15 % ig) durchgeführt. Untersucht wurde die Apfelsorte Brettacher.



### III. Material und Methode

#### A. MATERIAL.

Sämtliche Untersuchungen wurden mit der Schlupfwespe *Trichogramma cacoeciae* MARCH. (1) durchgeführt. Den Ausgangsstamm stellte im Dezember 1957 das Institut für Zoologie der BBA zur Verfügung. Die Versuchsart ist thelytok und kommt hauptsächlich in Bäumen vor. Ihre Färbung ist bei einer Zucht unter optimalen Bedingungen rein gelb, bei niedrigeren Temperaturen treten dunkle Stellen an Thorax und Abdomen auf (QUEDNAU 1956, 1957).

#### B. METHODE.

##### a) Zuchtmethoden.

Die Massenvermehrung der Schlupfwespe erfolgte im Laboratorium 1958 ausschliesslich in Eiern der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* (OLIV.), 1959 noch zusätzlich in denen der Grossen Wachsmotte *Galleria mellonella* L.

##### 1. Zucht der Getreidemotte *S. cerealella*:

Diese Art dient seit den grundlegenden Untersuchungen von FLANDERS (1930) fast ausschliesslich zur Massenvermehrung von Eiparasiten der Gattung *Trichogramma*. Ihre leichte Züchtbarkeit und ihre zahlenmässig hohe Eiablage machen sie zu einem besonders günstigen Labortier. Die Zuchtmethoden konnten bis auf einige geringfügige Veränderungen von FLANDERS übernommen werden, so dass hier auf eine eingehende Darstellung verzichtet werden kann.

Die Zuchteinrichtung ist in Abb. 1 wiedergegeben. Der zur Zucht benötigte Weizen wird in Rahmen gefüllt, die mit Maschendraht bespannt sind. Auf diesen Weizen werden die Eier der Getreidemotte gestreut. Nach dem Schlüpfen bohrt sich jede Eilarve in ein Korn ein und macht hier ihre gesamte Entwicklung durch. Die Rahmen werden in Plastikbeuteln aufgehängt, in denen sich die geschlüpften Falter ansammeln und durch Abklopfen gewonnen werden können. Die Eiablage erfolgt in kleinen Holzkästchen (in der Abbildung unten am Plastikbeutel), die mit Maschendraht abgeschlossen werden. Durch Absieben lassen sich die Eier von den Faltern trennen und sind nach der Reinigung für die Parasitierung brauchbar.

Die gesamte, aus 16 Rahmen bestehende Zucht erlaubt eine tägliche Produktion von maximal 10 000 Faltern bzw. 100 000 Eiern. Die Zuchttemperatur betrug konstant 26 °C, die Feuchtigkeit 60-70 %.

##### 2. Zucht der Wachsmotte *G. mellonella*:

In geringerem Umfang wurden 1959 Eier der Wachsmotte zur Vermehrung der Schlupfwespen verwandt. Ihre Zucht erfolgte bei 27-28 °C unter Verwendung einer von HAYDAK (1936) angegebenen Futtermischung (Bestandteile: Weizenkleie, Vollkornmehl, Trockenhefe, Magermilchpulver, Glycerin und Honig). Zur Eiablage wurden die Falter in Schalen gesetzt, die mit einer doppelten Lage von Perlon versehen waren. Die obere Schicht war perforiert, so dass die Weibchen die Eier zwischen beide Stoffe ablegen konnten. Mit dem Pinsel liessen sich dann die Gelege leicht abheben. Die Menge der produzierten Eier richtete sich nach dem jeweiligen Bedarf.

##### 3. Zucht der Schlupfwespe *Trichogramma*:

Auch hier konnte auf die von FLANDERS entwickelte Methode zurückgegriffen werden. Zusätzlich wurden aber 1959 auch Wespen nach einer in der Sowjet-

(1) Eine endgültige Bestimmung über die systematische Stellung dieser Form steht z.Zt. noch aus. Diese Frage soll am Institut für Zoologie der Biologischen Bundesanstalt in Berlin-Dahlem geklärt werden. .

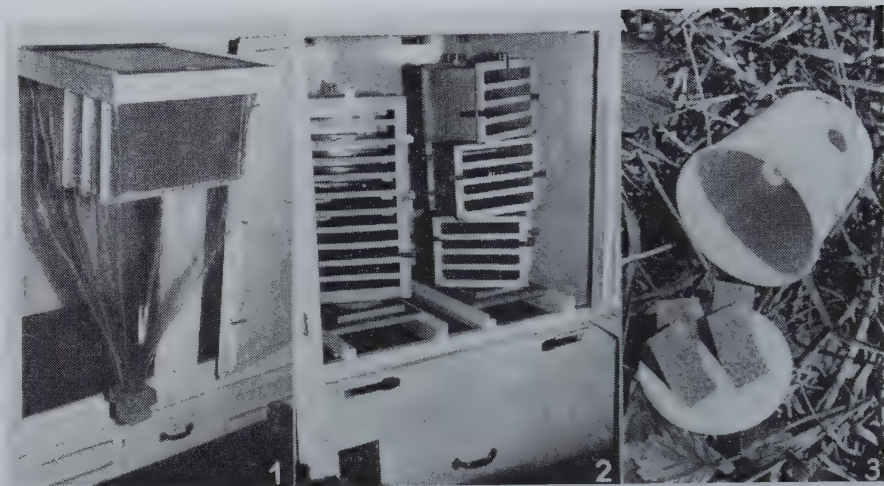


ABB. 1 : Zuchteinrichtung für *Sitotroga cerealella*. Plastikbeutel mit 3 eingehängten Zuchtrahmen aus dem Wärmeschrank herausgezogen. Am spitz zulaufenden Ende des Beutels ist ein Fangkasten eingeschoben. (Aufn. J. FRANZ).

ABB. 2 : Zuchteinrichtung für *Trichogramma*. Tür des Wärmeschrankes geöffnet. Links älteres Modell des Zuchtkastens (nach FLANDERS); rechts abgeändertes Modell, zusammengesetzt aus drei Einzelteilen, die unabhängig voneinander drehbar sind. Weitere Einzelheiten siehe im Text. (Aufn. J. FRANZ).

ABB. 3 : Pappbecher zum Aussetzen der Schlupfwespen. Auf dem abgenommenen Boden sind die aufgeklebten Eikarten sichtbar. Rechts im Becher die Ausschlüpföffnung (Korkstopfen entfernt). (Aufn. J. FRANZ).

union angewandten Methode gezüchtet. Beide Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich der allgemeinen Zuchtbedingungen : während die amerikanische Methode bei konstanten optimalen Bedingungen züchtet, soll nach der anderen Methode durch rhythmischen Wechsel von Temperatur, Feuchtigkeit und Beleuchtung sowie durch Verwendung anderer Wirtseier eine widerstandsfähigere und aktivere Form gewonnen werden können. Die bei konstanten Bedingungen gezüchteten Tiere werden im Folgenden kurz als *k-Trichogramma*, die unter wechselnden Bedingungen gezüchteten als *w-Trichogramma* bezeichnet.

#### Zucht der *k-Trichogramma* :

Die Zuchteinrichtung zeigt die Abb. 2. Der in einzelne Fächer geteilte Turm (rechts dreiteilig, links einteilig) ist zweiseitig symmetrisch gebaut und an den beiden offenen Seiten durch Glasscheiben verschlossen. (Nach einer Idee von Prof. FLANDERS in leicht abgewandelter Ausführung.) Durch Drehung der einen Seite zum Licht hin können die im Innern befindlichen Schlupfwespen auf eine Seite gelockt werden und der Turm auf der anderen geöffnet werden. Die mittels Tragant auf Pappe aufgeklebten *S. cerealella*-Eier werden jeweils auf die zum Licht gekehrte Seite gelegt, während bereits parasitierte Eier auf die Dunkelseite gebracht werden. Die ausschlüpfenden *Trichogramma* laufen zum Licht und parasitieren hier die frischen Eier. Auf diese Weise ist eine kontinuierliche Zucht in allen Fächern möglich. Insgesamt können mit der in der Abbildung sichtbaren Anlage pro Taet gwa 350 000 Parasiten gezüchtet werden.

Die Bedingungen waren : 26-27 °C, 80 % r. F. und Dauerbeleuchtung. Die Generationsdauer betrug rund 9 Tage.

#### Zucht der w-*Trichogramma* :

Da von den w-Tieren nur kleinere Mengen benötigt wurden, genügte hier zunächst eine Zucht in kleinen Schalen mit Schliffdeckel. Es wurden ausschliesslich Wachsmotten-Eier verwendet, die wie die Getreidemotten-Eier mit Tragant auf Pappe aufgeklebt wurden. Die Zuchtbedingungen wurden wie folgt variiert :

14 Stunden 26 °C, 60 % r.F. und Beleuchtung.

10 Stunden 16 °C, 80 % r.F. und Dunkelheit.

Die Generationsdauer betrug bei diesem Verfahren etwa 17 Tage.

#### b) Freilassungsmethode.

Die Freilassung der Schlupfwespen erfolgte als Imagines. Die mit parasitierten Eiern versehenen Pappstücke wurden in umgekehrten Pappbechern (s. Abb. 3) auf dem Boden aufgeklebt. An die Innenwand der Becher wurde Honig zur Fütterung der ausgeschlüpften Wespen in dünnen Strichen aufgetragen und der Becher verschlossen. In der Seitenwand befand sich ein mit einem Korkstopfen verschliessbares Loch ( $\varnothing$  1 cm). Nach dem Schlüpfen der *Trichogramma* wurde der Becher an den untersten Ast eines Apfelbaumes gebunden und der Korkstopfen entfernt, so dass die Wespen dem Licht zustrebend den Becher verlassen konnten. In jedem Becher befanden sich maximal 10 000 Wespen.

Die Schlupfwespen der Gattung *Trichogramma* sind reine Lauf-tiere, die nur gelegentlich bei sehr günstigem Wetter zu kurzen Flugsprüngen fähig sind (QUEDNAU 1958). Ihre Wirksamkeit ist deshalb von der Grösse der Oberfläche, die sie belaufen müssen, d. h. bei einem Baum von der Blattoberfläche, abhängig. Als Norm für die Freilassung wurden 60 000 Wespen für einen normalen Apfelhochstamm angesehen (nach FLANDERS, briefl.). Durch Auszählung der gesamten Blattoberfläche eines solchen Baumes konnte ermittelt werden, dass bei dieser Menge 800-900 Tiere auf den m<sup>2</sup> kommen. Durch Abschätzung der Kronengrösse der Versuchsbäume wurden die benötigten *Trichogramma*-Mengen je Baum für die einzelnen Gärten wie folgt berechnet :

Versuchsgarten A	60 000	<i>Trichogramma</i>
» B	20 000	»
» C	25 000	»
» H	40 000	»

Diese Mengen beziehen sich allerdings nur auf die k-*Trichogramma*. Um bei den Vergleichen mit den w-Tieren einen möglichst grossen Unterschied zu bekommen, wurden von der letzten Form nur 10 Prozent freigelassen, d. h. je nach Garten 2-6 000 Wespen pro Baum.



c) *Kontrolle der Versuche.*

Eine einwandfreie Kontrolle der Wirksamkeit der ausgesetzten Eiparasiten ist nur möglich, wenn der gesamte Apfelwickler-Schaden des behandelten Baumes erfasst wird. Eine Auszählung der Wickler-Eier führt zu einer falschen Beurteilung der Erfolge. So konnten NETTLES (1934) und DJADEČKO und FEDOTOVA (1959) feststellen, dass trotz einer 50-80 % igen Parasitierung der *C. pomonella*-Eier zwischen 50 und 80 % der Äpfel geschädigt waren. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden deshalb nur die tatsächlich entstandenen Schäden berücksichtigt, wobei die Versuchsbäume mit unbehandelten Bäumen derselben Apfelsorte verglichen wurden. Ausgewertet wurde dabei das gesamte Fallobst und die Ernte.

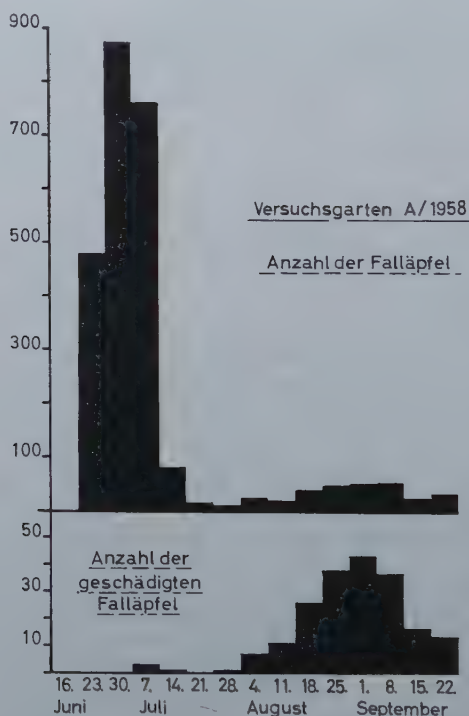


ABB. 4 : Anzahl der gesamten Falläpfel (oben) und der durch *Carpocapsa pomonella* geschädigten Früchte (unten) in absoluten Zahlen. An den Kontrolltagen (Abszisse) wurden jeweils die Falläpfel der letzten 8 Tage erfasst.

Wie Abb. 4 zeigt, tritt eine Beschädigung der Äpfel durch den Apfelwickler erst dann auf, wenn die physiologisch bedingte Ausdünnung fast beendet ist, d. h., wenn die Falläpfel eine Grösse von etwa 3 cm erreicht haben. Mit einer Auswertung des Fallobstes wurde deshalb auch erst nach dieser Zeit begonnen.



Die natürliche Parasitierung der Eier war in den Versuchsanlagen höchstwahrscheinlich gleich Null. 1958 wurden in den Gärten B und C laufend Ködereier in den unbehandelten Bäumen ausgebracht, ohne dass Eiparasiten gefangen werden konnten.

#### d) Zeltversuch.

Als Übergang zwischen Laboratoriums— und Freilandexperiment wurde ein Versuch unter kontrollierbaren Bedingungen an einem eingezelteten Apfelbaum durchgeführt. Hierzu wurde ein Baum (Höhe 2,3 m, Kronendurchmesser 2,5 m) durch ein Perlonzelt vollkommen isoliert, so dass Zuflug fremder Apfelwickler und Schlupfwespen nicht möglich war. In diesem Zelt wurden 15 Pärchen von *C. pomonella* freigelassen und 5 Tage später, nach erfolgter Eiablage, 10 beliebige fruchttragende Zweigenden in engmaschige Perlonbeutel eingeschlossen. Unmittelbar anschliessend wurden 20 000 k-*Trichogramma* freigelassen. Ein Vergleich der Schäden an den für die Wespen nicht erreichbaren eingebeutelten und den freien Äpfeln konnte also über die Wirksamkeit der ausgesetzten Schlupfwespen Aufschluss geben.

Die Temperaturen lagen im Zelt im Vergleich zum Freiland bei Sonnenschein etwa um 2-3 °C höher, die Luftfeuchtigkeit zeigte keine Unterschiede. Das Sonnenlicht war diffuser verteilt, die Niederschläge wurden nicht abgehalten, fielen aber in grösseren Tropfen.

#### e) Zwingerversuche.

Als Ergänzung und Überprüfung der in den Anlagen von Wiesbaden und Lauffen angesetzten Versuche über den Vergleich der Wirksamkeit von k- und w-Trichogrammen wurden beide Formen in Freilandzwingern getestet.

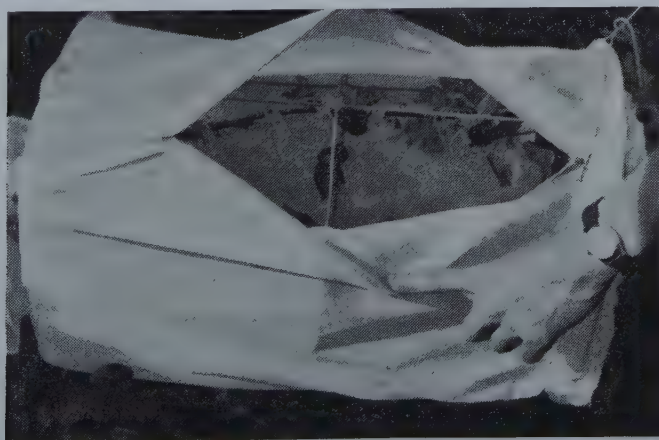


ABB. 5 : Eingezwingerter Apfelzweig. Pappstücke mit Kontrolleigruppen sichtbar. (Reissverschluss geöffnet.) (Aufn. RÜHL, BBA Darmstadt)

Wie Abb. 5 zeigt, umgab der Zwinger Apfelzweige auf einer Länge von 50 cm. Drahtgestelle hielten die Perlon-Zwinger, die einen Durchmesser von 40 cm hatten, auseinander. An einer Seite Länge von 50 cm Länge. Drahtgestelle hielten die Perlon-Zwinder, die einen Durchmesser von 40 cm hatten, auseinander. An einer Seite war ein 50 cm langer Reissverschluss eingenäht, durch den der Zwinger geöffnet werden konnte.

Für jede *Trichogramma*-Form standen 7 Zwinger zur Verfügung. Zu Beginn der Versuche wurden je Zwinger 250 frisch geschlüpfte und gefütterte Wespen eingesetzt. Zur Kontrolle ihres Parasitierungsvermögens dienten jeweils 10 Gruppen von etwa je 30 Eiern der Mehlmotte *Ephestia kühniella* ZELL., die mittels Schellack auf kleinen gelochten Pappstücken ( $1 \times 3$  cm) befestigt waren. Diese wurden an den eingezwängerten Zweigen an kleinen Drahthaken so aufgehängt, dass sie mit dem Zweig in ständigem Kontakt waren (siehe Abbildung). Jede Serie wurde 3 Tage in den Zwingern belassen. Die folgenden 3 Tage wurden keine Eier angeboten und dann erneut je Zwinger 10 Eigruppen eingesetzt. Die entnommenen verblieben im Freiland, bis sich bei täglicher Kontrolle eine Zahlenkonstanz der schwarzgefärbten, d.h. der parasitierten Eier ergab. Diese wurden dann wieder in die Zwinger gebracht, aus denen sie stammten, so dass durch die ausschüpfende neue Generation der Versuch fortgesetzt werden konnte.

#### IV. Die Witterung in Wiesbaden.

Die Witterungsverhältnisse im Raum Wiesbaden während der Sommermonate der beiden Versuchsjahre sind in Abb. 6 nach WALTER (1956-1957) dargestellt. In den Diagrammen sind die mittleren Monatstemperaturen (untere dünne Linie) und die Niederschlagsmengen (obere dicke Linie) nach Angaben der meteorologischen Beobachtungsstation Wiesbaden-Erbenheim eingetragen. Durch eine Ver-

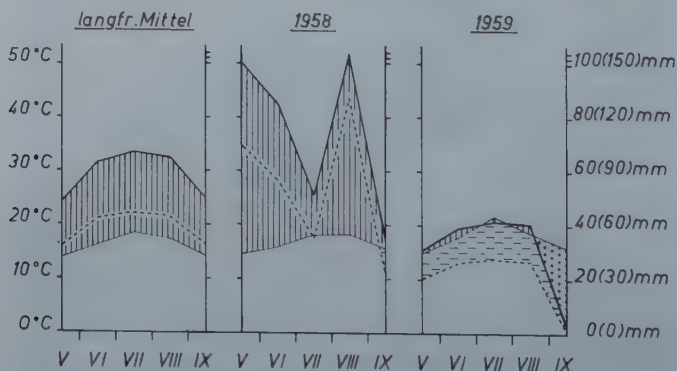


ABB. 6 : Klima-Diagramme für die Sommermonate (Wiesbaden-Erbenheim). Senkrecht schraffiert : humide Zeiten; waagrecht gestrichelt : Trockenzeiten; punktiert : Dürrezeiten. Weitere Einzelheiten im Text.

bindung dieser beiden Linien erhält man die humiden Zeiten (senkrecht schraffiert), wenn die Niederschlagslinie über der der Temperatur liegt, und die Dürrezeiten, wenn sie darunter verläuft (punktiert). Durch eine Änderung des Niederschlagsmasstabes (Zahlen in Klammern an der rechten Ordinate) kann man nach Angaben von WALTER auch die Trockenzeiten (waagrecht gestrichelte Fläche) darstellen.

Eine Betrachtung des Diagrammes zeigt, dass das Jahr 1958 im Mai-Juni und August wesentlich nasser war als ein normales Jahr. Eine ausgesprochene Trockenzeit fand sich nur in ganz kleinem Ausmass im September. Das Jahr 1959 war dagegen ausgesprochen trocken. Es traten sogar Dürrezeiten im Juli und in der Zeit August-September auf, während die Trockenzeit den ganzen Beobachtungszeitraum einnahm.

Die Sonnenscheindauer, die für die Aktivität der Schlupfwespen besonders wichtig ist, lag 1958 im Mai und Juni 20-25 % unter dem Normalen und entsprach in den anderen 3 Monaten dem langfristigen Mittel. 1959 wurde dieses Mittel im Mai und Juni um etwa 10 %, im Juli um 31 %, im August um 19 % und im September um 71 % überschritten.

Obwohl für den Versuch in Laufen 1959 ähnliche Daten nicht zur Verfügung stehen, darf auf Grund der allgemeinen grossräumigen Schönwetterlage in diesem Untersuchungsjahr wohl angenommen werden, dass die für Wiesbaden gemachten Angaben auch auf das Neckartal südlich Heilbronn übertragen werden können.

## V. Der Apfelwicklerflug

Daten über Beginn und Verlauf des *C. pomonella*-Fluges wurden vom Pflanzenschutzamt Frankfurt durch Lichtfallenfänge in Wiesbaden-Biebrich gewonnen. 1958 hatte der Flug Mitte Juni und Mitte Juli zwei deutliche Maxima und Mitte August konnte noch einmal ein deutlicher Anstieg bei Erscheinen der 2. Generation bemerkt werden. Die übrige Zeit war die Flugaktivität nur mässig.

1959 ist dagegen ein kontinuierlicher Anstieg bis Mitte Juli zu bemerken, der nur gelegentlich durch temperaturbedingte Rückgänge unterbrochen ist. Der Abfall der Kurve war durch das Überschneiden der beiden Apfelwickler-Generationen nicht so stark wie in normalen Jahren und lässt aus diesem Grund auch keinen eigentlichen erneuten Anstieg im August erkennen.

Der Flug begann 1958 am 22. Mai und endete am 6. September, 1959 dagegen schon um den 10. Mai, während das Ende mit dem von 1958 übereinstimmt. Mit vollkommen gleicher Methode wurden am gleichen Ort 1958 378 Falter und 1959 911 Tiere gefangen.



## VI. Ergebnisse

Die Fragestellungen sowie die Bedingungen hinsichtlich Witterung und Apfelwickler-Flug waren in den beiden Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich, so dass die Ergebnisse hier getrennt angeführt werden müssen. Zunächst galt es einmal festzustellen, wieviel Freilassungen nötig sind, um eine Wirksamkeit während der ganzen Saison zu erzielen. Die Untersuchungen des 2. Jahres dienten dagegen hauptsächlich dem Vergleich der beiden verschieden aufgezogenen *Trichogramma*-Formen.

### A. UNTERSUCHUNGEN 1958.

Der Flug des Apfelwicklers und damit seine Eiablage ziehen sich von Ende Mai bis Anfang September in mehr oder weniger gleichmässiger Stärke hin. Eine wirksame Bekämpfung durch Eiparasiten ist deshalb nur dann möglich, wenn sie während dieser ganzen Zeit in genügend grosser Zahl vorhanden sind und so die neu abgelegten Eier zu einem bedeutenden Prozentsatz parasitieren können. Es sollte also zunächst einmal ermittelt werden, ob eine einmalige Freilassung der oben genannten Anzahl von Schlupfwespen (s.S. 241) zu Beginn des Wicklerfluges ausreichend ist, oder ob diese Menge auf mehrere Freilassungen verteilt werden muss, die sich über die ganze Saison erstrecken. Im ersteren Fall würde es bedeuten, dass die Vermehrung der ausgesetzten *Trichogramma* im Freiland gross genug ist, um die eben genannten Bedingungen zu erfüllen. Im zweiten Fall würde sich das Verhältnis zwischen der Dichte von Apfelwickler und *Trichogramma* im Laufe der Saison zu ungunsten der letzteren verschieben.

Zur Klärung dieser Frage wurde die Gesamtzahl der freizulassenden Schlupfwespen auf 1 bis 5 Raten verteilt. Die Freilassungen erfolgten im Abstand von 14 Tagen, so dass bei einer Aufteilung auf 5 Raten die letzte Aussetzung 8 Wochen nach der frühesten stattfand. Die ersten Schlupfwespen wurden am 11.6. wenige Tage nach dem ersten Anstieg des Wicklerfluges freigelassen. Die Versuche wurden in den Gärten A, B und C in Wiesbaden durchgeführt.

In der nachfolgenden Tabelle I ist zunächst der Schaden des GesamtoBSTES (= Fallobst + Ernte) für die einzelnen Gärten und Freilassungen getrennt aufgeführt.

Die Aufstellung zeigt also, dass freigelassene Schlupfwespen den Schaden im allgemeinen gegenüber den unbehandelten Kontrollbäumen herabstezen, z.T. sogar sehr stark. In den Abb. 7 und 8 soll dies noch verdeutlicht werden. Abb. 7 zeigt den durchschnittlichen Schaden an den behandelten Bäumen im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollen (diese gleich 100 gesetzt) für die 5 verschiedenen Freilassungsarten, zusammengefasst aus allen drei Versuchsgärten.



TABELLE I : Schaden des gesamten Obstes (in absoluten Zahlen und in Prozent) in Abhängigkeit von der Anzahl der Freilassungen.

VERSUCHSGARTEN	APFELSORTE	ANZAHL DER FREILASSUNGEN	KONTROLL. ÄPFEL	DAVON GESCHÄDIGT absolut	%
A	Bellefleur	Kontrolle	184	43	23,3
	"	1	408	48	11,8
	"	2	594	55	9,3
	"	3	270	33	12,2
	"	4		nicht durchgeführt	
	"	5	393	69	17,5
B	James Grieve	Kontrolle	636	97	15,2
	Oldenburg	Kontrolle	1 084	181	16,6
	James Grieve	1	156	7	4,5
	"	2	126	12	9,5
	"	3	55	3	5,5
	"	4	246	19	7,7
C	Ontario	Kontrolle	376	51	13,6
	"	1	105	4	3,8
	"	2	231	16	6,9
	"	3	287	31	10,8
	"	4	436	19	4,4
	"	5	443	17	3,8

Es zeigt sich recht deutlich, dass eine Freilassung der gesamten *Trichogramma* mit einem Male zu Beginn des Apfelwicklerfluges bessere Ergebnisse zeitigt, als wenn diese Menge auf mehrere Freilassungen verteilt wird. Sieht man von dem mit 4 Freilassungen erzielten Ergebnis ab (hier konnten im Garten A aus Mangel an geeigneten Versuchsbäumen keine Untersuchungen durchgeführt werden), so bemerkt man sogar eine Abnahme der Wirksamkeit mit steigender

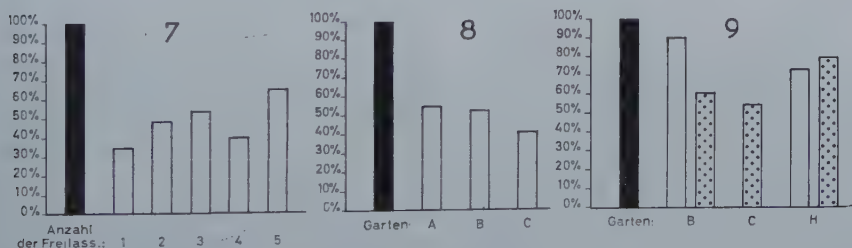


ABB. 7 : Der durchschnittliche Schaden an den Bäumen gleicher Behandlungsart im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollbäumen (= 100). Versuche 1958.

ABB. 8 : Der durchschnittliche Schaden der behandelten Bäume in den 3 Versuchsgärten im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollen (= 100). Versuche 1958.

 ABB. 9 : Der durchschnittliche Schaden an den behandelten Bäumen im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollen (= 100) nach Garten und *Trichogramma*-Formen getrennt. Schwarz : Kontrolle; weiss : *k-Trichogramma*; punktiert : *w-Trichogramma*. Versuche 1959.

Anzahl von Aussetzungen. Daraus ergibt sich, dass eine Aufspaltung der freizulassenden Schlupfwespen in mehrere kleine Gruppen für das Endergebnis ungünstig ist. Allerdings lässt sich diese Aussage nur für ein Jahr mit relativ normalem Wicklerflug machen. Vergleichende Untersuchungen in Jahren mit sehr starkem Flug stehen noch aus.

In Abb. 8 ist die durchschnittliche Auswirkung der *Trichogramma*-Freilassung in den einzelnen Versuchsanlagen ohne Berücksichtigung der Anzahl von Freilassungen zusammengefasst. Auch hier ist wieder der Schaden an den unbehandelten Kontrollbäumen gleich 100 gesetzt.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Freilassungen 1958 eine Reduktion des Apfelwickler-Schadens um 50-60 % erbrachten (1).

## B. UNTERSUCHUNGEN 1959.

Der Vergleich der nach 2 verschiedenen Methoden gezüchteten k- und w-*Trichogramma* stand im Vordergrund der Untersuchungen. Daneben könnte zum ersten Mal ein Versuch in einer Obstanlage mit vollständigem Fungizid-Spritzprogramm durchgeführt werden (Garten H), der wichtige Rückschlüsse auf einen Einsatz der Wespen in gespritzten Gärten zulässt. (Eine ausführliche Darstellung der Einflüsse von Pestiziden auf *Trichogramma cacoeciae* ist in Vorbereitung.)

Die 1958 gemachten Erfahrungen, dass eine geringe Anzahl von Freilassungen zu Beginn des Wicklerfluges am günstigsten für eine Reduktion des Schadens ist, konnte nicht immer ausgenutzt werden, da die Zuchteinrichtung noch zu klein war, um die grossen Mengen von *Trichogramma* in ein oder zwei Raten zu produzieren. So mussten die Freilassungen im Garten B noch auf 4 Termine verteilt werden und im Garten H liessen sich nur 3 Freilassungen durchführen. Lediglich in der Anlage C konnte mit 2 Freilassungen an die Ergebnisse des Vorjahres angeknüpft werden. Hier wurden nur w-*Trichogrammen* im Vergleich zu unbehandelten Bäumen ausgesetzt, da wegen des schlechten Fruchtansatzes keine weiteren Bäume zur Verfügung standen.

Tab. II zeigt den Schaden des Fallobstes, der Ernte und des gesamten Obstes nach Gärten und Behandlungsart getrennt.

Zunächst lässt sich erkennen, dass der Gesamtschaden in allen Fällen höher liegt als im Vorjahr. Der wesentlich stärkere Apfelwickler-

(1) Zur statistischen Sicherung der Unterschiede wurde der X-Test nach VAN DER WAERDEN und NIEVERGELT (1956) herangezogen. Eine Sicherung der Freilassungsarten ist nicht möglich, da die Bäume der 3 Versuchsgärten zu verschieden sind. Vergleicht man die behandelten mit den unbehandelten Bäumen eines Gartens, so scheiden die Versuche in A und C für eine Sicherung aus, da hier die Anzahl der ausgewerteten Bäume zu gering ist. Im Garten B ist dagegen der Unterschied zwischen Versuch und Kontrolle bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2,5 % bei einseitiger Sicherung signifikant.

TAB. 2: Schaden von Fallobst, Ernte und Gesamtobst bei den Versuchen mit k- und w-*Trichogramma*.

BEHANDLUNGSART	ANZAHL	FALLOBST			ERNTE			GESAMTOBST		
	DER BÄUME	kontroll. Früchte	Schaden abs.	%	kontroll. Früchte	Schaden abs.	%	kontroll. Früchte	Schaden abs.	%
Versuchsgarten B (Sorte James Grieve)										
Kontrolle.....	4	576	403	70,0	1 812	173	9,5	2 388	576	24,1
k-Trichogramma ...	7	823	506	61,5	1 730	47	2,7	2 553	553	21,7
w-Trichogramma ...	7	862	423	49,1	2 447	65	2,7	3 309	488	14,7
Versuchsgarten C (Sorte Ontario)										
Kontrolle.....	7	323	279	86,4	741	185	24,9	1 064	464	43,6
w-Trichogramma ...	7	238	158	66,4	732	71	9,7	9 701	229	23,6
Versuchsgarten H (Sorte Brettacher)										
Kontrolle.....	5	5 725	5 013	87,5	3 422	776	22,7	9 147	5 789	63,3
k-Trichogramma ...	4	4 550	3 547	78,1	4 456	598	13,4	9 006	4 145	46,1
w-Trichogramma ...	5	6 443	5 317	82,5	5 299	581	10,9	11 742	5 898	50,2

Flug hatte also eine geringere Wirksamkeit der Schlupfwespen zur Folge. Diese Feststellung traf auch PARROT (1934) bei Untersuchungen in New York. Die vermutlichen Gründe sollen weiter unten diskutiert werden. Darüber hinaus liegt der Schaden an den mit *Trichogramma* behandelten Bäumen in allen Versuchen unter dem der unbehandelten Kontrollbäume.

Die Abb. 9 verdeutlicht dies. In ihr ist der durchschnittliche Gesamtschaden an den Kontrollbäumen wieder gleich 100 gesetzt und die übrigen Behandlungsarten, nach Gärten getrennt, damit verglichen.

Auffallend ist auch das gute Abschneiden der w-*Trichogrammen*. Obwohl von ihnen nur 10 % der k-*Trichogrammen* freigelassen worden waren, reduzierten sie den Schaden im Garten B ungleich stärker, waren in H nur wenig schlechter und konnten in C die besten überhaupt erzielten Ergebnisse erreichen (1).

(1) Die einseitige statistische Sicherung (s. Fussnote S. 248) konnte hier wegen der grossen Anzahl der kontrollierten Bäume überall durchgeführt werden. Folgende Unterschiede sind signifikant:

*Versuchsgarten B:*

zwischen Kontrolle und w-*Trichogr.*, Irrtumswahrscheinlichkeit 2,5 %  
 » k-*Trichogr.* und w-*Trichogr.*, » 2,5 %

*Versuchsgarten C:*

zwischen Kontrolle und w-*Trichogr.*, » 1 %

*Versuchsgarten H:*

zwischen Kontrolle und k-*Trichogr.*, » 1 %

Nicht gesichert sind dagegen die Unterschiede, auch bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2,5 %.

*Versuchsgarten B:*

zwischen Kontrolle und k-*Trichogrammen*.

*Versuchsgarten H:*

zwischen Kontrolle und w-*Trichogrammen*.  
 » w-*Trichogr.* und k-*Trichogrammen*.

## C. ZELTVERSUCH.

Die Befallskontrolle, die 4 Wochen nach Freilassung der Schlupfwespen im Zelt mit der Untersuchung der noch am Baum hängenden Früchte abgeschlossen wurde, hatte folgendes Ergebnis :

	Anzahl der untersuchten Früchte	davon mit <i>Carpocapsa</i> - Schaden
für <i>Trichogramma</i> : erreichbar .....	440	7 = 1,6 %
eingebeutelt .....	39	5 = 12,8 %

(Der Unterschied ist nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. P. IHM (Brüssel) bei Anwendung des  $\chi^2$ -Tests statistisch gesichert,  $p. = 0,01$ ).

An Falläpfeln wurden 13, 20 und 27 Tage nach Freilassung der Schlupfwespen parasitierte *C. pomonella*-Eier gefunden.

Dieser Versuch bestätigt also die Freilandbefunde, wonach eine Reduktion des Apfelwickler-Schadens durch die Freilassung von *T. cacoeciae* möglich ist, wenn sich auch die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die Freilandverhältnisse übertragen lassen. Von den meteorologischen Faktoren war der Wind fast vollkommen ausgeschaltet, während er im Freien, besonders bei plötzlich auftretenden Böen, starken Einfluss haben kann. Ebenso wurde der verzettelten Eiablage des Wicklers nicht Rechnung getragen, sondern nur die Auswirkung auf einen einmaligen Befall untersucht. Insgesamt lassen die Ergebnisse aber erkennen, dass die Schlupfwespen bei günstigen Bedingungen in der Lage sind, einen Apfelbaum mit hinreichender Genauigkeit nach Wickler-Eiern abzusuchen und so den Schaden auf ein Mass herabzudrücken, das wirtschaftlich noch tragbar ist.

## D. ZWINGERVERSUCH.

Die Ergebnisse dieses Vergleiches der beiden *Trichogramma*-Formen sind aus Tabelle III und Abbildung 10 ersichtlich.

TAB. 3 : Vergleich der k- und w-*Trichogrammen* im Zwingerversuch. (Erläuterungen siehe im Text.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SUMME
ANZAHL DER PARASITIER- TEN EIER :										
k- <i>Trichogramma</i> ...	652	13	0	0	119	33	10	0	0	827
w- <i>Trichogramma</i> ...	936	121	28	4	195	81	18	49	1	1 433
ANZAHL DER PAR. EIGRUP- PEN :										
k- <i>Trichogramma</i> ...	55	5	0	0	11	9	3	0	0	83
w- <i>Trichogramma</i> ...	54	18	4	2	33	16	11	10	1	149
ANZAHL PAR. EIER JE EI- GRUPPE :										
k- <i>Trichogramma</i> ...	10,0	0,32	0,00	0,00	2,16	0,59	0,18	0,00	0,00	—
w- <i>Trichogramma</i> ...	15,8	2,00	0,46	0,07	3,25	1,35	0,30	0,82	0,02	—



In der Tabelle sind die Ergebnisse aus 9 fortlaufenden Versuchsgruppen gegenübergestellt. Neben der Anzahl der parasitierten Eier ist die Zahl der infizierten Eigruppen genannt, die über die Suchleistungen der Wespen Auskunft gibt, und schliesslich ist die durchschnittliche Anzahl der je Eigruppe parasitierten Eier angegeben, da manche Gruppen im Verlauf des Versuches durch Räuber vernichtet wurden und so nicht mehr ausgewertet werden konnten.

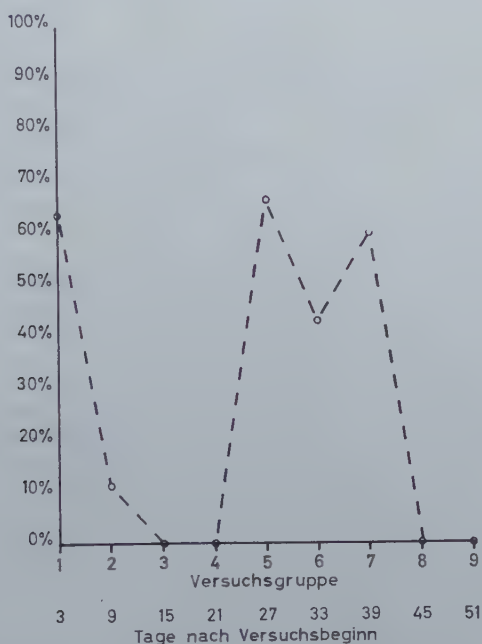


ABB. 10 : Wirkungsgrad der *k-Trichogramma* in den Zwingerversuchen im Vergleich zu den *w-Trichogramma* (= 100).

In der Abbildung 10 ist der Leistungsgrad der *k-Trichogramma* in den 9 Versuchsgruppen dargestellt. Die durchschnittlich je Eigruppe parasitierte Anzahl von Eiern wurde für die *w*-Wespen gleich 100 gesetzt und die Parasitierung durch *k-Trichogramma* damit verglichen.

Die Resultate lassen erkennen, dass die unter Wechselbedingungen gezüchteten Schlupfwespen wesentlich leistungsfähiger waren als die konstant gezüchteten Tiere. Die Gesamtzahl der parasitierten Eier liegt um 73,3 % höher, die der parasitierten Eigruppen sogar um 79,5 %. Die letzte Tatsache beweist die höhere Aktivität, da die *w-Trichogrammen* unter sonst gleichen Bedingungen in der Lage waren, wesentlich mehr Eigruppen aufzufinden als die *k-Trichogrammen*.

men. Bei den Wechselzucht-Tieren ist auch eine längere Lebensdauer zu beobachten. Während von den k-Tieren nur die ersten Versuchsgruppen parasitiert wurden und dann bis zum Schlüpfen der 2. Generation (Gruppe 5) eine Pause eintrat, lebten die w-Wespen bis zum Erscheinen der neuen Generation, wie aus der kontinuierlichen Parasitierung in allen Versuchsgruppen ersichtlich ist (Tab. III). Auch ihre 2. Generation lebte bis zum Abbruch des Versuches, der Ende Oktober wegen ungünstiger Witterung erfolgte.

Die Zwingerversuche bestätigen also die Befunde der Freilassungen in den 2 Gärten, dass die unter wechselnden Bedingungen gezogenen Schlupfwespen leistungsfähiger sind als die konstant gezüchteten Tiere.

## VII. Diskussion.

### A. WIRKSAMKEIT VON *Trichogramma cacoeciae* IN ABHÄNGIGKEIT VON WITTERUNG UND APFELWICKLER-FLUG.

Durch die Untersuchungen wurde der Beweis erbracht, dass grundsätzlich eine z.T. recht erhebliche Reduktion des *C. pomonella*-Schadens in nichtgespritzten Gärten durch die Freilassung einer grossen Anzahl von Eiparasiten möglich ist. Ihre Wirksamkeit war in den beiden Untersuchungsjahren allerdings recht unterschiedlich. Die vermutlichen Gründe sollen nunmehr diskutiert werden.

1958 fielen teilweise wesentlich mehr Niederschläge als es das langfristige Mittel erwarten liess (s. Abb. 6), jedoch kann dieses Jahr mit der gleichmässigen Verteilung von Regen und Sonnenschein während der Vegetationsperiode noch als relativ normal betrachtet werden. Auch der Apfelwickler-Flug erreichte keine Extremwerte und der Fruchtansatz in den Versuchsgärten war durchweg gut. Bei einer Beurteilung der *Trichogramma*-Wirksamkeit kann dieses Jahr also wohl als Grundlage genommen werden.

Die Bewertung der verschiedenen Freilassungsarten (s.S. 247) zeigt, dass eine einmalige Auslassung der Schlupfwespen am Anfang des Apfelwickler-Fluges ausreichend ist, um die Wickler während der ganzen Saison auf mässiger Dichte zu halten. Die Ausbildung neuer *Trichogramma*-Generationen konnte den ganzen Sommer über durch das laufende Angebot von Wickler-Eiern sichergestellt werden. (Die Generationsdauer betrug im Durchschnitt wohl 3 1/2 bis 4 Wochen.)

Die Zeit zwischen den Generationen konnte durch folgende zwei Gegebenheiten überbrückt werden :

1. Die Lebensdauer der *Trichogramma*-Imagines ist bei kühler Witterung relativ lang. In Versuchen mit Kødereiern konnte festgestellt werden, dass ein grosser Teil der ausgesetzten Tiere wenigstens 8-10 Tage alt wird, in Einzelfällen konnte eine Lebensdauer von rund 3 Wochen nachgewiesen werden.

2. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der *C. pomonella*-Eier ist unter den gegebenen Bedingungen nicht sehr gross. Das bedeutet, dass die Eier bis zu etwa 8 Tagen nach der Ablage noch erfolgreich von *T. cacoeciae* parasitiert werden können. Es gelangen also während der Zeit zwischen 2 *Trichogramma*-Generationen nur relativ wenig Apfelwickler-Eier zur Entwicklung, ohne dass die Möglichkeit einer Parasitierung gegeben wäre. Der Schaden bleibt während der ganzen Zeit gering.

Anders liegen die Verhältnisse in einem trockenen und heissen Sommer, wie ihn das folgende Jahr 1959 brachte. Zweifellos waren die Bedingungen für *Trichogramma* äusserst günstig: die Generationsdauer wurde wesentlich verkürzt, die Aktivität war gesteigert und die Wirtsdichte sehr hoch. Damit war eine starke Vermehrung gesichert.

Wenn trotz einer sicherlich sehr hohen Parasitierung noch erheblicher Schaden auftrat, so liegt dies wahrscheinlich an einer verkürzten Wirkungsdauer der einzelnen *Trichogramma*-Generationen. Die Lebensdauer der Tiere ist bei hoher Temperatur wegen des grossen Energieverlustes durch ständiges Umherlaufen stark herabgesetzt (QUEDNAU, 1957). Gleichzeitig ist aber die Entwicklungsgeschwindigkeit der *C. pomonella*-Eier erhöht. Das bedeutet aber, dass die Zeit, in der die geringe Entwicklung des Embryos eine erfolgreiche Parasitierung noch zulässt, stark verkürzt ist und nur wenige Tage umfasst. Rechnet man für die Entwicklungsdauer von *T. cacoeciae* unter diesen Freilandbedingungen i.D. 18 Tage, für die Lebensdauer der Wespen 5 Tage und für die Parasitierungsmöglichkeit der Apfelwickler-Eier unter Berücksichtigung verschiedener Literaturangaben. 4 Tage, so zeigt es sich, dass wenigstens 8-10 Tage lang eine ungestörte Entwicklung aller in diesem Zeitraum abgelegten Eier möglich ist. Diese Zeitspanne wird im Laufe des Sommers durch Überschneiden der Generationen zweifellos eingeengt, jedoch ist bei einer ungewöhnlich starken Eiablage (wie es 1959 der Fall war) die Anzahl der sich weiterentwickelnden *C. pomonella*-Eier gross genug, eine merkliche Schädigung der Äpfel herbeizuführen.

Diese Missverhältnisse von Generations- und Wirkungsdauer der Schlupfwespen könnten dadurch behoben werden, dass 2 Freilassungen im Abstand von rund 1 Tagen zu Beginn des Apfelwickler-Fluges durchgeführt werden. Rechnet man eine durchschnittliche Generationsdauer von 20 Tagen, so ist selbst bei einer geringen Lebensdauer der Imagines fast ständig eine hohe Populationsdichte des Parasiten zu erwarten und die Möglichkeit, dass Perioden mit ungestörter Entwicklung der *C. pomonella*-Eier auftreten, wesentlich herabgesetzt.

### B. AUSBREITUNG VON *T. cacoeciae*.

Unmittelbar nach der Freilassung breiten sich die Schlupfwespen ziemlich schnell in der ganzen Krone aus. Bei sehr heissem und sonnigem Wetter fliegen sie aus dem Becher direkt senkrecht nach oben. Dieses positiv phototaktische Verhalten zeigt sich auch in einer stärkeren Parasitierung der Eier im oberen Kronendrittel, was durch Ködereier nachgewiesen werden konnte. Da auch der Apfelwickler bevorzugt seine Eier in diesem Teil des Baumes ablegt, ergibt sich daraus kein Nachteil.

Über die Ausbreitung innerhalb einer geschlossenen Obstanlage führten TELENGA (1956) und VOLKOV (1959) in der Ukraine eingehende Untersuchungen durch. Die von ihnen geprüfte Art *Trichogramma (cacoecia) pallida* MEYER, die wahrscheinlich mit *T. cacoeciae* MARCH. nicht identisch ist, breitete sich innerhalb einer Saison 500 m und mehr vom Freilassungsort aus, während die Bäume bis zur 5. Reihe gegen Ende der Saison eine ziemlich gleichmässige Parasitierung aufwiesen.

Eine derartig starke Ausbreitung konnte in den durchgeführten Untersuchungen an Hand des Schadens nicht festgestellt werden. Eine deutliche Beeinflussung der Schadprozentage zeigte sich in dem für eine Verteilung der Schlupfwespen besonders günstigen Jahr 1959 in allen Gärten bis zum 2. oder 3. Baum vom Freilassungsort. (Dies wird deutlich, wenn man den Schaden der unbehandelten Kontrollbäume im Hinblick auf deren Entfernung zu den nächsten Freilassungsbäumen betrachtet. Eine Darstellung ist aus Gründen der Platzersparnis leider nicht möglich.) Darüber hinaus war die Beeinflussung so gering, dass sie sich im Schadbild nicht mehr einwandfrei bemerkbar machte.

Für die Praxis ergibt sich aus dem Ausbreitungsvermögen der Schlupfwespen der Vorteil, dass *eine Freilassung nicht an jedem Baum notwendig ist*. Eine Behandlung jedes 2. oder 3. Baumes dürfte wohl ausreichend sein, zumal sich in den dazwischenliegenden Bäumen die Wirkungen der sich ausbreitenden Wespen überschneiden.

### C. VERGLEICH DER K- UND W-*Trichogramma*.

Die ersten Versuche mit *Trichogramma*-Formen, die unter wechselnden Bedingungen gezüchtet worden waren, führte wahrscheinlich STARK (1944) durch. Er verglich ihre Wirksamkeit gegen *Agrotis segetum* mit Schlupfwespen, die unter konstanten Bedingungen gezüchtet worden waren. Dabei erwiesen sich die Tiere aus Wechselzuchten eindeutig überlegen, so dass diese Methode seit der Zeit in der Sowjetunion weite Verbreitung gefunden hat (ŠČEPETILNIKOVA, 1960).

Die Überprüfung dieser Ergebnisse in den geschilderten Versuchen unter den Klimabedingungen Südwestdeutschlands bestätigen die Befunde vollkommen.



Im Garten B sind die unter Wechselbedingungen gezüchteten Wespen eindeutig besser. Obwohl von ihnen nur der zehnte Teil freigelassen wurde, ergab sich eine Reduktion des Gesamtschadens. (Kontrolle = 100 gesetzt) bei den w-Tieren um 39 %, bei den konstant gezüchteten dagegen nur um 10 %.

Im Garten H mit Fungizid-Spritzprogramm zeigen die k-*Trichogramma* bei 10-fachem Einsatz dagegen eine leichte Überlegenheit. Sie reduzierten den Gesamtschaden um 27,7 %, die w-Form dagegen nur um 20,7 %. Entscheidenden Einfluss hatten hier wahrscheinlich die durchgeführten Pomarsol-Spritzungen (während der Freilassungszeit wurde noch sechsmal gespritzt). Im Gegensatz zu einem gewöhnlichen Regen werden bei einer derartigen Behandlung die Blätter von allen Seiten benetzt, so dass geeignete Schlupfwinkel für die Wespen fortfallen. Bei jeder Spritzung wird also ein Teil der Wespen schon rein mechanisch vernichtet. Diese Anzahl fällt naturgemäss bei den wenigen ausgesetzten w-*Trichogrammen* stärker ins Gewicht als bei den in zehnfacher Menge freigelassenen k-Wespen. Ob die beiden Formen auch verschieden auf die Toxizität der Fungizide reagieren, wurde noch nicht untersucht.

Die Zwingerversuche liefern schliesslich einwandfrei den Beweis, dass die w-Form überlegen ist. Die Suchleistung war bedeutend grösser und die Lebensdauer länger.

Ergänzend sei noch erwähnt, dass im Garten C die w-*Trichogramma* den Schaden um 45,9 % reduzierten, ein Satz, der in keinem anderen Versuch dieses Jahres erreicht werden konnte.

Wenn es somit feststeht, dass die w-Schlupfwespen aktiver, evtl. auch gegen Änderungen der Umweltfaktoren widerstandsfähiger sind, so lässt es sich doch nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die wechselnden Bedingungen alleine oder auch die anderen Wirtseier (*Galleria mellonella*) für die Leistungssteigerung verantwortlich sind. Diese Frage müsste in weiteren Versuchen geklärt werden, in denen w-*Trichogramma* aus *Sitotroga* im Vergleich mit k-Wespen aus dem gleichen Wirt getestet werden. K-Tiere aus *S. cerealella* und *G. mellonella* zeigten hinsichtlich der Parasitierungsleistung keine Unterschiede (QUEDNAU briefl.).

#### D. UNTERSUCHUNGEN ZUR ÜBERWINTERUNG VON *Trichogramma cacoeciae* UNTER FREILANDBEDINGUNGEN.

Sowohl in den Obstgärten als auch bei der Massenzucht ist das Problem der Überwinterung der Schlupfwespen von besonderem Interesse. Einmal handelt es sich um die Klärung der Frage, ob und in welchem Umfang *Trichogramma* in der Lage ist, unter hiesigen Bedingungen in den Gärten zu überwintern, zum anderen wird die Massenzucht durch eine Vorratslagerung im Winter wesentlich billiger und einfacher.

Die Lagerungsmöglichkeit unter künstlichen Bedingungen im Kühlschrank soll hier nicht betrachtet werden. Sie wurde von anderen Autoren geprüft, wobei sich ergab, dass eine Lagerung in günstigen Wirtseiern (z.B. *Ephestia kühniella*) über viele Monate hinweg möglich ist (QUEDNAU 1957), während die Eier der Getreidemotte *S. cerealella* weniger geeignet sind (TELENGA 1956 und VOLKOV 1959).

Die angestellten Untersuchungen dienten nur dazu, die Einwirkung der natürlichen Winterbedingungen in mitteleuropäischen Breiten auf *T. cacoeciae* zu ermitteln.

Um die Möglichkeit einer Überwinterung der ausgesetzten Wespen zu prüfen, wurden im Frühjahr 1959 von Ende April bis zur ersten Freilassung Ende Mai in der Anlage B, in der schon 1958 *T. cacoeciae* freigelassen worden waren, Ködereier (*G. mellonella*) ausgesetzt, die nach jeweils 3 Tagen wieder eingesammelt und im Laboratorium auf evtl. Parasitierung geprüft wurden.

Am 20. Mai wurden die einzigen Parasiten gefunden. Die Weiterzucht zeigte, dass es sich um dieselbe Art handelte, die freigelassen worden war. Da die erste Aussetzung des neuen Jahres 7 Tage später erfolgte, mussten die Versuche abgebrochen werden. Es lässt sich deshalb nicht sagen, ob der Fund den Beginn des Wespenschlüpfens im Freiland anzeigte und ob die Populationsdichte hoch war, oder ob es sich um einen Zufallsfund handelte und nur sehr wenige Wespen den Winter überstanden hatten.

Erfolgreich verliefen Überwinterungsversuche von Laborzuchten unter Freilandbedingungen. Von Ende September wurden bis Mitte Januar laufend parasitierte Eier von *G. mellonella* und *E. kühniella* bei Beginn der Schwarzfärbung (d.h. bei Ausbildung der Präpuppe) ins Freiland gebracht. Teilweise wurden die Zuchten in den ersten beiden Tagen bei 27 °C gehalten und dann 30 Tage bei +10 bis 11 °C. Bei dieser letzten Temperatur entwickelt sich *Trichogramma* bis zur Präpuppe und fällt dann in Diapause (QUEDNAU 1957). Nach Ablauf der 30 Tage wurden die parasitierten Eier dann ins Freiland gebracht, wo sie zusammen mit den anderen unter einem Schutzdach überwinterten.

In allen Versuchen schlüpften die Imagines im Frühjahr. Die vor Anfang Dezember angesetzten Zuchten schlüpften in der 2. Maihälfte, die später ins Freiland gebrachten in der Regel erst Mitte Juni. Vorgelegte Eier wurden erfolgreich parasitiert und die nachfolgenden Generationen den ganzen Sommer über im Freien gezüchtet.

Neben der Tatsache, dass eine Freilandüberwinterung grundsätzlich möglich ist, verdient der Schlüpftermin der Frühjahrs-generation besondere Beachtung. Sowohl bei dem Freilandfund als auch bei den Zuchten lag er zwischen Mitte Mai und Anfang Juni. Das bedeutet aber, dass den ausschlüpfenden Wespen sofort Apfel-

wickler-Eier zur Verfügung stehen, während es sehr häufig beobachtet wird, dass die Trichogrammen lange vor dem Apfelwickler erscheinen und aus Mangel an Wirtseiern frühzeitig zugrunde gehen (TELENGA 1956, VOLKOV 1954 und 1959).

Eine grosse Bedeutung kommt unter den hiesigen Verhältnissen den in Obstgärten überwinternden Schlupfwespen aber im allgemeinen nicht zu. Die Beobachtungen in Wiesbaden wurden unter äusserst günstigen Bedingungen gemacht. In diesem Garten mit einer reichhaltigen Unkrautflora war eine sehr gut entwickelte, artenreiche Biozönose vorhanden, die man im Normalfall in den Erwerbsobstgärten kaum antreffen kann. Die Möglichkeit, dass sich geeignete überwinternde Wirtseier in genügend grosser Menge finden, ist also normalerweise sehr gering. Die Ausgangspopulation kann im Frühjahr also nur sehr klein sein und erst im Laufe der Saison eine Höhe erreichen, die eine stärkere Parasitierung der Wickler-Eier erlaubt.

Es wird also in allen Fällen, in denen man allein durch *Trichogramma*-Freilassung *C. pomonella* bekämpfen will, nötig sein, die Populationsdichte des Parasiten durch künstliche Aussetzung zu Beginn des Apfelwickler-Fluges zu erhöhen, um so von Anfang an eine wirksame Bekämpfung sicherzustellen.

## SUMMARY

1. In two years' investigations the possibility was examined to control the codling moth *Carpocapsa pomonella* (L.) by mass liberation of egg parasites of the genus *Trichogramma* with regard to the climate conditions of South West Germany.

2. The parasites were reared under constant optimum conditions (27 °C, 80 % rel. hum., host *Sitotroga cerealella* (OLIV.) = k-*Trichogramma*) or changing conditions (10 h : 16 °C, 80 % rel. hum., darkness, and 14 h : 26 °C rel. hum., lighting, host *Galleria mellonella* L. = w-*Trichogramma*).

3. After hatching 800-900 k-*Trichogramma* or 80-90 w-*Trichogramma* were released per m<sup>2</sup> surface area of the leaves, i. e. according to the size of the trees, 20-60 000 and 2-6 000 wasps resp. The codling moth damage of fallen fruit and of the crop of treated and untreated trees was examined.

4. In orchards without chemical control the damage was reduced by 35-65 % during a season of average weather and usual *C. pomonella*-flight; during a very hot season with a high population density of the host, however, the reduction was only 10-45 %. (See table 1, 2, and figure 7-9.)

5. The best results were achieved when the whole amount of *Trichogramma* was released at the beginning of the *C. pomonella*-flight.

6. In an orchard where 6 fungicide applications were accomplished during the liberation period, the reduction of the damage was 28 % (k-*Trichogramma*) and 21 % (w-*Trichogramma*). Beside the toxic effect of the fungicide upon *Trichogramma* a mechanical killing by the application has to be considered.

7. The wasps reared under changing conditions in *G. mellonella* eggs (w-forms) were much more efficient than the k-*Trichogramma*. Although only 10 % of the quantity of k-wasps were liberated, they almost reached the efficiency of the latter in one orchard and were even significantly better in another one. In



investigations using apple branches in sleeve cages the same amount of *w-Trichogramma* parasitized 73,3 % more eggs than *k-Trichogramma*. The searching capacity was even better by 79,5 %.

8. According to the extent of the damage of the untreated trees and the spatial distance of them to treated trees a spreading of the wasps with sufficient efficiency over 2-3 trees can be expected.

9. A hibernation of the wasps under outdoor conditions in eggs of *G.melonella* is possible. As well a hibernation under natural conditions could be demonstrated in an orchard, where liberation had taken place the preceding year.

10. The possibilities of further improvements of the rearing and liberation methods are discussed.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BARNES, M. M. — 1958. A strain of codling moth in California resistant to D.D.T. — *J. econ. Ent.*, **51**, 693-694.
- CUTRIGHT, C. R. — 1954. A codling moth population resistant to D.D.T. — *J. econ. Ent.*, **47**, 189-190.
- DJADEČKO, N. L. & K. M. FEDOTOVA. — 1959. Die Wirksamkeit von *Trichogramma cacoeciae pallida* MEYER bei der Bekämpfung des Apfelwicklers in Abhängigkeit von der Anwendung von Insektiziden in Gärten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 163-170 (Russisch).
- FLANDERS, S. E. — 1936. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. — *Hilgardia*, **4**, 465-501.
- 1955. Principles and practices of biological control. — Manuskript, 94 S., vervielfältigt.
- FRANZ, J. — 1960. Biologische Schädlingsbekämpfung. — In : SORAUER : Handb. Pfl.kr., **6**, 2.Aufl., 3. Lief.
- GLASS, E. H. & FIORI, B. — 1955. Codling moth resistance to D.D.T. in New York. — *J. econ. Ent.*, **48**, 598-599.
- HAYDAK, M. H. — 1936. Is wax a necessary constituent of the diet of wax moth larvae? — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **29**, 581-588.
- KOVALOVA, M. F. — 1957. The effectiveness of *Trichogramma* in the control of the codling moth. — *Zool. Z.*, **36**, 225-229. (Russisch) (Ref. in *Rev. appl. Ent.*, **47**, 146, 1959).
- LÖCHER, F. J. — 1958. Der Einfluss von Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (D.D.T.) auf einige Tetranychiden (Acari, *Tetranychidae*). — *Ztschr. angew. Zool.*, **45**, 201-248.
- NETTLES, W. C. — 1934. The codling moth in South Carolina. — *Bull. S. C. agric. Exp. Sta.*, 30 S. (Ref. in *Rev. appl. Ent.*, **22**, 696, 1934).
- PARROT, P. J. — 1934. Experiences with the codling moth in New York during 1933. — *J. econ. Ent.*, **27**, 218-222.
- QUEDNAU, W. — 1956. Die biologischen Kriterien zur Unterscheidung von *Trichogramma*-Arten. — *Ztschr. Pfl.-krankh.*, **63**, 333-344.
- 1957. Über den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Eiparasiten *Trichogramma cacoeciae* MARCHAL. (Eine biometrische Studie.). — *Mitt. Biol. Bundesanst.*, Heft 90, Berlin-Dahlem, 63 S.
- 1958. Über einige Orientierungsweisen des Eiparasiten *Trichogramma* (Hym., Chalcididae) auf Grund von Licht- und Schwerereizen. — *Anz. Schdlkunde.*, **31**, 83-85.
- RIPPER, W. E. — 1956. Effect of pesticides on balance of arthropod populations. — *Ann. Rev. Ent.*, **1**, 403-438.
- ŠČEPETILNIKOVA, V. A. — 1960. Results of the studies on the use of parasites in the insect control in the Soviet Union. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.*, Prague 1958, 441-453.



- SCHNEIDER, F. — 1955. Beziehungen zwischen Nützlingen und chemischer Schädlingsbekämpfung. — *Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent.* 1954, 13. *Mitglvers.* (Berlin-Dahlem), 18-29.
- STARK, V. — 1944. Causes of poor effectiveness of *Trichogramma* in the experimental control of pest. — *Proc. Lenin Acad. agric. Sci. U.S.S.R.*, 9, 26-27 (Russisch) (Ref. in *Rev. appl. Ent.*, 33, 306, 1945).
- STEINER, H. — 1956. Über den Einfluss chemischer Mittel auf die Biozönose von Apfelanlagen. — *Mitt. Biol. Bundesanst.*, (85), 48-52.  
— 1958. Die Arthropoden des Apfelbaumes, ihre jahreszeitliche Verteilung und Möglichkeiten zur Ermittlung ihres Schädlichkeits- und Nützlichkeitsgrades. — *Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent.*, 1957, 14. *Mitgl.-vers.* (Göttingen), 129-134.
- STELLWAAG, F. — 1929. Neuere Erfahrungen in der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten. — *Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent.*, 1928, 7. *Mitgl.-vers.* (München), 15-32.
- TELENGA, N. A. — 1956. *Trichogramma evanescens* WESTW. and *T. pallida* MEYER (Hymenoptera, Trichogrammatidae) and their employment for destroying pest insects in the U.S.S.R. — *Rev. Ent. U.R.S.S.*, 35, 599-610 (Russisch).
- VOELKEL, H. — 1926. Über die praktische Bedeutung der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* WESTW. — *Arb. Biol. Reichsanst.*, 14, 97-108.
- VOLKOV, V. F. — 1954. Zur Frage über die Effektivitätsbeurteilung der *Trichogramma*-Arten *T. evanescens* WESTW. und *T. pallida* MEYER in Gärten zur Bekämpfung des Apfelwicklers und anderer Wickler. — In : *Biol. Meth. Schdlbek., Naučn. Trudy Ent. Filop.*, 5, 5-23 (Russisch).  
— 1959. Über die Ökologie von *Trichogramma cacoecia pallida* MEYER, einem Parasiten des Apfelwicklers und anderer Obstwickler in den Gärten der U.S.S.R. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, 8, 137-162 (Russisch).
- WAERDEN, H. L. VAN DER & E. NIEVERGELT. — 1956. Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest. — Berlin-Göttingen-Heidelberg, 34 S.
- WALTER, H. — 1956-1957. Klima-Diagramme als Grundlage zur Feststellung von Dürrezeiten. — *Wasser und Nahrung.*, H. 1, 1956-1957.
- WELLENSTEIN, G. — 1934 a. Biologische Freilandversuche über die Verwendbarkeit der Eiparasiten *Trichogramma minutum* RIL. und *T. evanescens* WESTW. zur Bekämpfung der Forleule. — *Mitt. Forstwirtschaft. Forstwiss.*, 1, 78-101.  
— 1934 b. Die biologische Bekämpfung der Forleule durch den Eiparasiten *Trichogramma minutum* RILEY. — *Mitt. Forstwirtschaft. Forstwiss.*, 5, 153-185.
- ZWÖLFER, W. — Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* HB.) in Süddeutschland. II. Teil. — *Arb. Biol. Reichsanst.*, 17, 459-498.

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt).



## SOMMAIRE

## Informations concernant la C.I.L.B.

Session du Bureau exécutif (Bonn, 17-18 oct. 1960), p. 261. — Activité des groupes de travail de la C.I.L.B. : Groupe de travail « défoliateurs forestiers méditerranéens » (Lisbonne, 25-29 mai 1960), p. 263; groupe de travail « taxonomique » (Zurich et Munich, 11-16 août 1960), p. 264; Arbeitsgruppe « Populationsdynamik und biologische Bekämpfung des Kartoffelkäfers » (Wien, 18. August 1960), p. 265. — Conférences, colloques et missions : colloque franco-italien sur les Insectes des Peupliers (Turin, 22-25 avril 1960), p. 267; X<sup>e</sup> Congrès international pour la quarantaine et la protection des plantes (Bucarest, 16-29 septembre 1960) p. 268; Mission P. GRISON en République Centrafricaine sur la lutte biologique contre les Epicampoptères, p. 269.

## Mémoires originaux

C. VAGO & O. CROISSANT : Etude au microscope électronique de la pathogénèse intracellulaire rickettsienne chez *Melolontha melolontha*, p. 271. — S. E. FLANDERS & W. QUEDNAU : Taxonomy of the genus *Trichogramma* (Hym. Chalcidoidea, Trichogrammatidae), p. 285.

## Documentation

Bibliographie über biologische Bekämpfung V (von J. M. FRANZ), p. 295.

Liste d'identification n° 3, p. 337.

Deuxième liste de souches de germes entomopathogènes : Souches isolées au laboratoire de Darmstadt : Stämme entomogener Pilze (von E. MÜLLER-KÖGLER), p. 355; Stämme entomogener Viren, Rickettsien und Bakterien (von A. KRIEG), p. 356; bactéries, champignons et virus isolés au laboratoire de cytopathologie de Saint Christol (par C. VAGO), p. 357.

Analyse bibliographique : HERTING, B. — 1960. (Dipt. Tachinidae), p. 359.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME V, p. 361.

## INFORMATIONS CONCERNANT LA C.I.L.B.

## SESSION DU BUREAU EXÉCUTIF

(BONN, 17-18 octobre 1960)

Cette année la session du Bureau exécutif a été ouverte solennellement par M. le Ministre de l'Agriculture et des Forêts de la République fédérale allemande, et elle a été honorée par les présidences successives de MM. DREES et LEIB, conseillers ministériels de l'Agriculture.

M. le Ministre de l'Agriculture a prononcé des paroles très aimables pour notre commission, et très encourageantes pour la lutte biologique.

Le professeur BALACHOWSKY a adressé ses plus vifs remerciements pour l'accueil qui fut réservé aux membres du Bureau exécutif de la C.I.L.B.

En 1960, notre commission a enregistré les adhésions officielles du ministère de l'Agriculture du Liban et de l'institut Benaki en Grèce, et une augmentation de la cotisation de la République fédérale allemande.

Le rapport général d'activité a fait ressortir l'extension de l'influence exercée par la C.I.L.B. auprès de nombreux gouvernements et institutions, notamment au Moyen-Orient et en Afrique, ainsi que la nature excellente des liaisons établies avec d'autres organisations internationales (U.I.S.B., F.A.O., O.E.P.P.).

Le XI<sup>e</sup> Congrès international d'Entomologie de Vienne a donné l'occasion de présenter au public des entomologistes, l'activité de la C.I.L.B. et d'établir des contacts fructueux avec les représentants d'autres grandes institutions de lutte biologique.

En 1960, l'activité des groupes de travail a été dominée par l'importance du premier colloque tenu à Zurich les 11 et 12 août et à Munich jusqu'au 16 août 1960, sur le thème « systématique des insectes entomophages et lutte biologique ». Ce colloque avait été appuyé et aidé, financièrement par l'Union internationale des sciences biologiques.

Le Bureau exécutif a pris connaissance des développements enregistrés par le groupe de travail sur les défoliateurs forestiers méditerranéens et en particulier des échanges de vues franco-italiens sur les possibilités de lutte biologique contre les ennemis du Peuplier faisant suite à une résolution du congrès de la Commission F.A.O. du Peuplier.

Il a été également décidé de constituer un nouveau groupe de travail consacré à l'étude du rôle écologique des Fourmis du groupe *F. rufa*.

Les compte rendus d'activité des autres groupes sont publiés ci-dessous.

Des discussions se sont engagées en ce qui concerne les prochaines orientations de travail du groupe *Dacus-Ceratitis*, ainsi que sur la prochaine mission aux U.S.A. du Dr TADIĆ afin de mettre en route le programme de lutte biologique contre *Hyphantria cunea*.

La création d'un nouveau groupe de travail se rapportant à la lutte biologique contre les Cochenilles des Agrumes a été envisagée et sera discutée à l'Assemblée générale de la C.I.L.B.

L'Assemblée générale de la C.I.L.B. se tiendra entre le 10 et le 20 octobre 1961 à Tunis, sur invitation du gouvernement tunisien. L'ordre du jour de cette Assemblée générale a fait l'objet de discussions approfondies et sera établi d'une manière définitive par le Comité restreint de 4 membres désignés par le Bureau exécutif.

Le Bureau exécutif a renouvelé ses félicitations aux responsables des centres d'identification, de publication et de documentation pour leur grande activité et leur bonne gestion. Les résultats obtenus par ces services de la C.I.L.B. sont les principaux garants du prestige et de l'efficacité de notre commission.



## ACTIVITÉ DES GROUPES DE TRAVAIL

---

### Groupe de travail

#### « défoliateurs forestiers méditerranéens »

(Pavie, 25-29 mai 1960)

Lors de la réunion de Lisbonne du 3 au 6 juin 1959, le groupe de travail avait, dans ses résolutions, souligné l'intérêt de développer les travaux de systématique. La récente réunion à Zurich du groupe de travail de Taxonomie des insectes entomophages vient d'apporter dans ce domaine, une première et importante contribution.

Par ailleurs, à la suite de la résolution n° 8 qui avait été approuvée par le Bureau exécutif, le professeur PAVAN a organisé à Pavie du 25 au 29 mai 1960, une réunion internationale consacrée aux problèmes de la lutte biologique avec les Fourmis du groupe *Formica rufa* (1).

Le 25 mai, les membres du groupe de travail « Défoliateurs forestiers méditerranéens » de la C.I.L.B. et la plupart des Myrmécologues spécialistes du groupe *Formica rufa* ont été reçus par le recteur de l'université de Pavie. Plusieurs allocutions ont été prononcées : au nom du Bureau exécutif de la C.I.L.B., des Myrmécologues, du Conseil supérieur de l'agriculture et des forêts d'Italie, et du ministère italien de l'Agriculture et des Forêts. Les participants ont ensuite visité une exposition de travaux déjà réalisés par les laboratoires du professeur PAVAN dans l'étude des différentes espèces du groupe *rufa* et les transplantations de colonies de *F. lugubris* des Alpes dans diverses localités de la péninsule.

De premiers échanges de vues ont eu lieu le soir même au mont Penice dans les Appenins ligures à une altitude de 1 145 m, après la projection du film « La Fourmi rouge protège les bois ». La matinée du 26 a été consacrée à la visite de la station expérimentale d'élevage de *Formica rufa* sur le « Monte d'Alpe » où une relation détaillée des travaux déjà réalisés a été présentée.

Une nouvelle transplantation de 200 barils de *Formica lugubris* exécutée en présence de tous les participants, a été l'occasion d'un nouvel échange de vues.

Les journées du 27 et 28 mai ont été consacrées à la visite de forêts domaniales de la région de Campigna, province de Forlì (altitude

(1) Un compte rendu détaillé sera publié par les soins des services forestiers italiens sous la responsabilité du professeur M. PAVAN.

1 068 m), de la station d'entomologie forestière du « Passo della Calla » (1 296 m) où des transplantations ont déjà été réalisées ainsi que de la magnifique réserve naturelle intégrale du Sasso Fratino. Les conclusions de cette très intéressante visite ont été tirées lors d'un arrêt à Ravenne sur le chemin du retour le 29 mai et ont donné lieu au texte des résolutions qui peut être communiqué par le Secrétariat général.

Devant l'importance du problème posé par l'utilisation possible des Fourmis du groupe *rufa* et étant donné la grande spécialisation exigée par les études myrmécologiques, il a été décidé de proposer au Bureau exécutif, la création d'un nouveau groupe de travail dont la première réunion pourrait se tenir dès 1961 à Pavie à l'occasion du prochain colloque de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux.

Le programme du groupe de travail « Défoliateurs forestiers » pour l'année 1961, comporte une nouvelle réunion qui sera tenue à la même période que celle du Bureau exécutif et dans la même localité. Le programme détaillé de cette réunion sera établi par le responsable du groupe après enquête auprès des différents spécialistes sur :

- Les faits nouveaux enregistrés dans l'étude des possibilités de lutte biologique contre *Thaumetopoea pityocampa*;
- Les premiers éléments recueillis par la section de travail sur le « Biome des peuplements de *Quercus* méditerranéens ».
- Les propositions nouvelles qui pourraient éventuellement être présentées.

E. B.

---

#### Groupe de travail « taxonomique » (Zurich et Munich, 11-16 août 1960)

Le premier colloque du groupe de travail taxonomique de la C.I.L.B., organisé sous le patronage et avec l'appui de l'Union internationale des sciences biologiques, a eu lieu à Zurich et Munich du 11 au 16 août 1960.

Sous le thème « Systématique des insectes entomophages et lutte biologique », ce colloque avait principalement pour but de réunir les collaborateurs du Centre d'identification de Genève et les responsables des différents groupes de travail de la C.I.L.B., afin qu'ils fassent plus ample connaissance et recherchent les moyens de stimuler et de développer l'activité de notre commission dans ce domaine particulier.

Trente spécialistes ont participé à cette manifestation dont la partie scientifique s'est déroulée les 11 et 12 août à l'Institut d'entomologie de l'École polytechnique fédérale à Zurich, siège de la C.I.L.B. Douze communications y ont été présentées, qui se rapportaient aux

activités de la C.I.L.B. dans le domaine de la taxonomie, aux rapports entre la taxonomie, l'écologie des entomophages et la lutte biologique, à des questions de nomenclature et de technique. Les mémoires originaux seront publiés dans un numéro spécial d'*Entomophaga*.

Plusieurs propositions, sollicitées à l'avance, en vue d'un meilleur rendement du groupe taxonomique et du Centre d'identification ainsi que du développement des études taxonomiques des entomophages dans les pays membres de la C.I.L.B., ont fait l'objet, comme d'ailleurs les communications, de discussions nourries.

Ces contacts établis pour la première fois entre taxonomistes et écologistes collaborant aux activités de la C.I.L.B. ont été très fructueux. Ils sont nécessaires au développement de la taxonomie des entomophages et notre commission est en Europe l'un des seuls organismes qui puissent les favoriser.

Le colloque s'est terminé, pour les taxonomistes, les 14 et 15 août, par la visite des collections entomologiques du Musée zoologique de l'État bavarois, à Munich, sous la conduite de M. le directeur Dr. W. FORSTER et du Dr. BACHMAIER.

P. BOVEY.

---

**Arbeitsgruppe « Populationsdynamik und biologische Bekämpfung  
des Kartoffelkäfers »**  
(Wien, 18. August 1960)

Anlässlich des XI. Internationalen Entomologen-Kongresses in Wien kamen dort 15 Mitarbeiter und Förderer der Arbeitsgruppe am 18. August 1960 zu einer Diskussion zusammen. Für die weitere Planung besonders wichtig war die Teilnahme der Direktoren des Commonwealth Institute of Biological Control und des Entomology Research Institute for Biological Control (Belleville, Canada) sowie zweier massgebender Kollegen aus Russland. Der gegenseitige Erfahrungsaustausch führte zu einer besseren Einschätzung der eigenen Ergebnisse und bevorstehenden Aufgaben. Genannt seien hier nur folgende Punkte :

Die *Massenzucht* der aus Kanada eingeführten Raubwanze *Perillus bioculatus* wird zur Zeit in folgenden Ländern betrieben : Belgien (Gembloux), Deutschland (Ost-Berlin und Darmstadt), Frankreich (Versailles), Holland (Wageningen), Italien (Portici), Jugoslawien (Zagreb), Polen (Poznan) und Ungarn (Keszthely). Aus den von Darmstadt aus an die genannten Institute im Jahre 1960 übersandten 4406 Eiern konnten in manchen Laboratorien bereits mehrere Generationen gezüchtet werden. Die Dauerzucht der Pentatomide ist ohne

Diapause bei 25 °C und 18 Std. Beleuchtung möglich (DE WILDE). Neue, an die publizierte Methode (FRANZ & SZMIDT, 1960) anknüpfende, technische Verbesserungen für Zucht und Überwinterung wurden besprochen. Ausser in Darmstadt ist auch bei Keszthely eine Überwinterung im Freilandkäfig gelungen. *Freilassungen* der Räuber wurden 1960 in Frankreich, Italien, Ungarn und Westdeutschland vorgenommen. Der Erfolg wird im Frühling 1961 zu beobachten sein. Mit einer mehrfachen Wiederholung der Freilassungsversuche bis zur endgültigen Ansiedlung ist auf jeden Fall zu rechnen. Material für Russland wurde erbeten (ŠČEPETIL'NIKOVA). Allgemeine Zustimmung fand der Vorschlag, sich bei der Freilassung an die beim Berliner Kolloquium festgelegten Richtlinien zu halten.

Von *anderen Kartoffelkäferfeinden* wurden Importe der Tachine *Doryphorophaga doryphorae* u.a. Arten der Gattung aus Kanada nach Russland besprochen. Freilassungen in der Ukraine führten zu einer rund 10 % igen Parasitierung im ersten Sommer, ohne dass sich die Parasiten dort dauernd halten konnten. Daher wurden nun Proben aus anderen Klimabereichen erbeten. Neue in Kanada erarbeitete Verfahren zur Zucht der Tachinen wurden bekanntgegeben (KELLEHER); sie werden den europäischen Laboratorien die Arbeit erleichtern. Auch über die Verwendung der eine Bakteriose übertragenden Nematode DD-136 (Steinernematidae) teilten die kanadischen Kollegen neue Befunde mit (WELCH & BRIAND).

Einer früheren Bitte entsprechend hatten französische Kollegen ein Verfahren zur einheitlichen *Erfassung von Freilandpopulationen* des Kartoffelkäfers ausgearbeitet (LE BERRE, ARNOUX). Es wurde vereinbart, Erfahrungen mit dieser Methode zu sammeln — auch bei der Erfolgskontrolle nach biologischer Bekämpfung — und diese bei dem nächsten Kolloquium bekanntzugeben. — Die Versuche mit Repellents wurden in Ungarn weitergeführt.

Zur Beschaffung neuer *Feindarten des Kartoffelkäfers aus Amerika* will sich die Arbeitsgruppe an eine internationale Organisation wenden. Um einer solchen Bitte um Finanzhilfe mehr Nachdruck zu verleihen, wurden alle Mitarbeiter gebeten, ein offizielles Schreiben vorzulegen, aus dem das Interesse des betreffenden Landes an einer Einbürgerung neuer Kartoffelkäferfeinde aus Übersee hervorgeht. Die mögliche Hilfe des Research Institute for Biological Control in Belleville, Ont., und des Commonwealth Institute of Biological Control gibt diesen Plänen gewisse Erfolgchancen.

(Der vervielfältigte Bericht über das Treffen in Wien, Nr. 60-3, kann vom Generalsekretariat der C.I.L.B. angefordert werden.)

(Le compte rendu polycopié de la réunion de Vienne, n° 60-3, peut être demandé au Secrétariat général de la C.I.L.B.)

J. F.



## CONFÉRENCES, COLLOQUES, MISSIONS

---

### Colloque franco-italien sur les Insectes des Peupliers (Turin, 22-25 avril 1960)

Lors de la réunion tenue à Venise le 28 septembre 1959, le groupe de travail sur les Insectes, de la Commission internationale du Peuplier (F.A.O.) avait émis le vœu de réunir à Turin un « Colloque » qui mettrait au point le programme des recherches à entreprendre, notamment en Italie et en France, en liaison avec la Commission internationale de lutte biologique, recherches se rapportant à la destruction d'une part des Phyllophages les plus nuisibles et spécialement de *Stilpnotia salicis*, et d'autre part à celle de Xylophages graves.

Sur la proposition des collègues italiens, et en accord avec les services intéressés, le colloque se réunissait à l'occasion du premier congrès national italien du Peuplier et des Conifères à croissance rapide.

Le colloque a procédé, dans le cadre de l'*Istituto Nazionale Pianta da Legno delle Cartiere Burgo* (Torino) à de larges échanges de vues sur l'emploi des moyens biologiques pour la protection du Peuplier aussi bien en pépinière qu'en plantation. Cette protection devient nécessaire par l'extension des cultures accélérées en Italie du Nord et par l'introduction de la populiculture intensive dans la basse vallée du Rhône et dans d'autres régions de la France méridionale.

Les recherches déjà conduites sur ces sujets en Italie par l'*Ente Nazionale della Cellulosa e della Carta* et en particulier à l'*Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato*, doivent être poursuivies et intensifiées; des recherches spéciales peuvent être également et très avantageusement conduites dans les centres universitaires de l'Italie du Nord et de la France méridionale ainsi que dans tous autres instituts du Bassin méditerranéen.

Dans cette intention, un plan de travail pourrait être étudié en commun entre la Commission internationale du Peuplier et la C.I.L.B. sur l'initiative de la C.I.L.B. et avec l'aide des services techniques d'identification et de documentation que la C.I.L.B. peut mettre à la disposition des organismes intéressés, après leur adhésion.

M. E. GLESINGER, directeur de la division des forêts de la F.A.O., informé des résolutions de ce colloque par son président M. R. RÉGNIER,

a exprimé le désir de faire représenter sa division à toutes les séances de travail de la C.I.L.B. présentant un intérêt forestier.

Par ailleurs la division des forêts de F.A.O. a l'intention de faire publier dans un numéro d'*Unasylva* une note attirant l'attention sur l'importance de la lutte biologique en forêt.

P. G.

### **X<sup>e</sup> Congrès international pour la quarantaine et la protection des plantes**

(Bucarest, 16-29 septembre 1960)

Faisant suite au congrès tenu à Moscou en août 1958, les délégués des services compétents des gouvernements socialistes se sont rassemblés à Bucarest du 16 au 29 septembre 1960.

Plusieurs pays de l'Europe occidentale avaient été invités à suivre les travaux du Congrès (Allemagne fédérale, Angleterre, Belgique, France...) ainsi que les organisations internationales (O.E.P.P. et C.I.L.B.).

Parmi les thèmes qui avaient été soumis à l'étude des différentes délégations, la lutte biologique occupait une place importante conformément aux résolutions du Congrès de Moscou. Des rapports très documentés ont été présentés sur ce thème, principalement par les délégations de l'U.R.S.S. et de la R.S. de Tchécoslovaquie.

Le rapport présenté par la délégation polonaise ne manquait pas d'objectivité en ce qui concerne à la fois les nécessités économiques qui imposent un juste équilibre entre les méthodes de lutte chimique et biologique, et les nécessités de la coopération internationale qui est particulièrement indispensable en matière de lutte biologique.

Toutes les délégations ont également présenté les différentes espèces dont doivent se préoccuper les spécialistes de la Protection des plantes dans le domaine des équilibres biocénétiques et tous les rapports tendaient à apporter une contribution à la connaissance des parasites indigènes.

L'utilisation des insectes entomophages indigènes a été particulièrement exploitée en U.R.S.S. et les différentes études faites dans ce pays sur les Trichogrammes sont maintenant bien connues.

Une orientation intéressante des travaux sur l'utilisation des insectes entomophages en U.R.S.S. se rapporte aux facteurs écologiques et agrotechniques qui sont susceptibles d'augmenter la longévité et la fécondité des parasites, d'en assurer le maintien, et par conséquent d'en accroître le potentiel d'efficacité.

Le rapport présenté par Mme ŠČEPETIL'NIKOVA au XI<sup>e</sup> Congrès international d'Entomologie de Vienne, avait d'ailleurs attiré l'attention des entomologistes sur ces questions.

Enfin, une place importante est maintenant occupée en URSS et en Tchécoslovaquie dans le domaine de l'utilisation des micro-organismes pathogènes.

Des *biopréparations* à base de *Bacillus thuringiensis* ont été obtenues dans des conditions industrielles et expérimentées sur de larges surfaces. Il y aurait même possibilité de créer des foyers artificiels d'infection dans lesquels l'activité de *Bacillus thuringiensis* se maintiendrait d'une façon semi-permanente contre *Dendrolimus sibiricus* dans les forêts sibériennes.

Les discussions de ces différents rapports ont montré l'intérêt que tous les pays socialistes attachaient au développement de laboratoires spécialisés de lutte biologique. Au cours de visites techniques effectuées dans les institutions roumaines, beaucoup de questions nous ont été posées concernant l'équipement de laboratoires de lutte biologique et nous avons apprécié le désir de plusieurs collègues, d'établir et de maintenir des contacts scientifiques avec les spécialistes des différents groupes de travail de la C.I.L.B.

Au nom de la C.I.L.B., nous avons exprimé le souhait que des contacts officiels puissent être établis à l'occasion de la prochaine conférence de Varsovie.

P. G.

---

### Mission P. Grison en République Centrafricaine sur la lutte biologique contre les Épicampoptères

Devant les brutales invasions de chenilles d'Épicampoptères qui ravagent les plantations de Caféiers pendant toute la saison des pluies, l'O.R.S.T.O.M. a demandé que soient étudiées les possibilités de lutte biologique contre ces insectes. Les problèmes des biocénoses, liés aux divers ravageurs du Caféier, sont actuellement étudiés dans plusieurs États africains.

Dans certaines conditions écologiques, le parasitisme est très important et peut suffire à limiter des pullulations de phytophages. Néanmoins, comme en Europe, les traitements chimiques peuvent provoquer des perturbations dont la nature et l'importance ont déjà fait l'objet de premiers travaux. Par ailleurs, la lutte biologique, par emploi de micro-organismes pathogènes, est susceptible d'apporter une solution à certains problèmes.

A la suite de sa mission, M. GRISON a jugé qu'il était souhaitable de rassembler les efforts de plusieurs chercheurs dispersés dans de nombreux États africains, et il a suggéré qu'un groupe de travail soit constitué selon des principes de fonctionnement analogues à ceux de notre commission. La F.A.O. pourrait également prendre une part importante spécialement en matière financière pour aboutir à la mise en place d'un tel groupe de travail comme elle a su le faire récemment pour le problème du Sunn Pest.

---



## MÉMOIRES ORIGINAUX

---

### ÉTUDE AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE DE LA PATHOGÉNÈSE INTRACELLULAIRE RICKETTSIENNE CHEZ *MELOLONTHA MELOLONTHA* L.

PAR

C. VAGO et O. CROISSANT

---

L'importance des infections rickettsiennes dans divers secteurs de la pathologie comparée confère un intérêt à la connaissance du mode d'action de ces micro-organismes vis-à-vis des cellules atteintes. De nombreux travaux ont contribué à la description des anomalies cellulaires observées chez diverses rickettsioses de l'Homme et des Vertébrés (1, 2, 3, 8, 14, 16, 18, 19). Toutefois, nos connaissances sont encore réduites sur les processus intimes de l'infection; ceux-ci deviennent accessibles par la microscopie électronique avec mise en œuvre des techniques les plus récentes de l'histologie ultrafine (13, 17, 22, 23).

Dans le but de suivre systématiquement l'évolution d'une rickettsiose expérimentale, nous avons étudié une telle affection attaquant un insecte. En effet, une précision particulière concernant les stades de l'infection est offerte par l'expérimentation sur ce groupe d'animaux à cycles relativement courts, avec possibilité de travail sur un grand nombre d'individus statistiquement évaluables. Tel est le cas de l'infection à rickettsies (10) du Coléoptère *Melolontha melolontha* amenant chez cet insecte une maladie mortelle transmissible aussi bien par injection que par voie buccale et présentant de nombreuses analogies avec les rickettsioses des animaux supérieurs.

Dans un travail récent (20) relatif à cette affection, nous avons montré les caractéristiques de la pathogénèse décelables en cytologie et histologie optiques. Nous avons notamment décrit les lésions cytoplasmiques des hémocytes et des cellules adipeuses caractérisant l'attaque des cellules, l'apparition de foyers rickettsiens dans le cytoplasme et l'augmentation du volume de ces foyers devenant de véritables masses globulaires à l'intérieur desquelles nous avons reconnu la formation de chaînes de rickettsies.

La séparation de ces masses globulaires des cellules atteintes, leur déplacement libre dans l'hémolymph et leur désagrégation sous forme de dépliage et fragmentation des chaînes de rickettsies ont été ensuite précisés. Nous avons suivi enfin le développement simultané de corps pseudo-cristallins également cytoplasmiques au sein des masses de rickettsies.

Afin d'approfondir les détails de ces phénomènes, nous avons examiné les mêmes échantillons au microscope électronique. En effet, les rickettsies étant à la limite de visibilité, l'interprétation des images optiques doit se limiter à la reconnaissance des réactions tinctoriales des lésions par lesquelles la pathogénèse se traduit. Pour se rendre compte de la signification de l'action progressive des rickettsies, il était nécessaire de voir de quelle manière ces éléments apparaissent et s'intègrent dans la structure cytoplasmique. Il était donc non seulement indispensable de recourir aux moyens offerts, par la microscopie électronique, mais d'envisager ces examens sur coupes ultrafines de cellules atteintes.

### Matériel et méthodes

Les larves de *M. melolontha* infectées « per os » avec une suspension de rickettsies purifiées ont été disséquées à plusieurs moments au cours de l'évolution de la maladie. Des prélèvements d'hémocytes et de cellules adipeuses examinés après coloration au Giemsa prolongé à 12 heures et au Macchiavello nous ont guidés dans la définition du stade d'évolution de la rickettsiose. D'après les renseignements ainsi obtenus, un fragment de tissu adipeux a été fixé dans le liquide de Bouin pour le contrôle à l'histologie optique et un fragment du même tissu de 1 mm de diamètre a été fixé à l'acide osmique à 2 % tamponné au véronal pour l'histologie au microscope électronique. Cette dernière fixation a duré une heure à 4 °C et après passages successifs dans une série d'alcool éthylique à concentrations croissantes, les pièces ont été incluses dans du méthacrylate de butyle par la méthode de polymérisation en capsules de gélatine sous l'effet des rayons ultraviolets (21).

Pour la fixation et l'inclusion des hémocytes on a recueilli dans un tube à hémolyse à fond rond 4 à 5 gouttes d'hémolymph après sectionnement d'une patte de la larve. Ce liquide, recouvert du fixateur osmique a été placé à 4 °C. Au bout de quelques minutes, lorsque la surface du liquide est coagulée, le tube est remué avec précautions afin que le coagulum se retourne et soit entièrement entouré par le fixateur. La fixation continue à 4 °C et la masse d'hémolymph peut être transférée dans les alcools et le méthacrylate comme un tissu compact.

Les coupes ultrafines à partir des tissus inclus ont été réalisées avec les ultra-microtomes Stiasnie à dilatation thermique et Philips type 39 983 et ont été examinées aux microscopes électroniques Philips et Siemens.

### Observations

Le prélèvement systématique de tissus aux stades successifs de la maladie doublé de contrôle à l'histologie optique a permis de saisir le début de l'infection rickettsienne dans la cellule.

En effet, l'examen du tissu adipeux prélevé au cinquième jour après l'infection ne révèle aucune anomalie de structure. Vues au microscope électronique, les cellules de ce tissu sont comparables aux saines, larges étalées, à limites irrégulières, non arrondies, avec noyaux relativement petits, ovoïdes ou légèrement étoilés. Le cytoplasme se présente, avec la fixation employée, sous forme de granules fines constituant une structure spongieuse. Ce fond est interrompu par des vacuoles optiquement vides, par des inclusions protéiniques moyennement opaques et par des taches de lipides très imperméables aux électrons.

A partir du septième au neuvième jour, délais pour lequel la microscopie optique ne montre encore aucun changement, on décèle dans le cytoplasme de rares éléments bacilliformes larges de 180-220  $\mu$ . sur une longueur maxima de 620  $\mu$ . Les extrémités sont arrondies et leur section est circulaire lorsqu'ils doivent être coupés transversalement (fig. 1). Nous avons plusieurs fois observé un seul élément isolé dans une portion de cytoplasme sans lésion. Il s'agit là certainement de la toute première phase de l'infection tenu compte de la possibilité de la présence de plusieurs éléments dans le sens perpendiculaire à celui de la coupe. De toute manière, il ne semble pas y avoir de lésions du cytoplasme décelables au microscope électronique avec la fixation employée précédant l'apparition des rickettsies.

A partir de ces signes, nous avons pu suivre l'évolution des rickettsies isolées vers des groupements en observant serrées ensemble 2, 3, 4 rickettsies alors que le cytoplasme les entourant en est exempt (fig. 2).

Ce groupement progressif devient de plus en plus important et au bout de dix à onze jours, les rickettsies forment de véritables plages isolées les unes des autres. Ces plages attestent une structure remarquablement régulière (fig. 3). En effet, sur une même coupe de cytoplasme, tous les éléments d'un certain groupement sont sectionnés transversalement et tous ceux appartenant à un autre groupe se montrent sous un angle différent (fig. 4). Ces images traduisent la position parallèle très stricte de toutes les rickettsies formant un groupe.

Ce rangement ne concerne d'ailleurs pas seulement le parallélisme des bâtonnets, mais également la formation de lignes entrecroisées et rectilignes dans les deux sens et souvent même dans le sens diagonal.

Sur certaines coupes, on peut suivre une structure longitudinale en remarquant de longues rangées de ces éléments serrées les unes contre les autres, le niveau des extrémités étant identique pour toute une rangée (fig. 5). Ceci montre que le groupement est uniforme, non seulement dans la longueur et la largeur d'un groupe, mais aussi dans la troisième dimension. Par contre, il est difficile de déterminer sur coupes le contact des rickettsies bout à bout.

A un stade plus avancé, au cours du quinzième jour après l'infection, le nombre d'éléments rickettsiens devient si important que le développement groupé et orienté est de moins en moins décelable. Les bâtonnets se touchent en effet dans tous les sens et en certains endroits, il ne reste que très peu de cytoplasme.

Toutefois, cette pullulation n'est pas uniforme dans le cytoplasme d'une même cellule. Nous avons pu distinguer des foyers nettement délimités dont nous avons suivi l'évolution. Ils se présentent au début sous forme de plages rondes ou ovales dont l'importance peut correspondre à celle d'un simple groupement que nous avons décrit plus haut. On voit ensuite des foyers de plus en plus importants dépassant 5  $\mu$ .

Nous insistons sur la délimitation particulièrement nette de ces foyers. En effet, à leur contour la structure du cytoplasme s'arrête net et entre les rickettsies du foyer, aucun fond n'est perceptible. L'ensemble du foyer semble constituer une sorte de vacuole contenant des amas serrés de rickettsies (fig. 6).

L'entité des foyers continue à persister même lorsqu'au bout de plus de vingt jours d'infection le cytoplasme est entièrement bourré d'éléments rickettsiens. En effet, les limites arrondies de chacun des foyers se distinguent nettement et au stade final de la pathogénèse, le cytoplasme est constitué par plusieurs de ces masses globulaires à forme arrondie (fig. 7). Enfin, dans les cellules très endommagées, ces masses globulaires dépassent la limite du cytoplasme et conservent leur unité et leur forme même en contact avec l'extérieur.

Au fur et à mesure de la multiplication des rickettsies on observe, surtout au sein des foyers, des corps paraissant cristalloïdes. On en rencontre déjà dans les foyers à dimensions réduites à un stade précoce de l'infection. Ils sont de forme ovale, ont 1 à 2  $\mu$  de longueur maxima et présentent une double structure (fig. 8). Une partie plutôt périphérique facilement pénétrée par les électrons constitue, au début, la fraction la plus importante. Elle semble avec la fixation employée, présenter une structure lâche. A l'intérieur de cette substance, se délimite une tache à structure très homogène, compacte, avec contours nets à bouts rectilignes souvent géométriques. Son opacité vis-à-vis des électrons rappelle celle des corps d'inclusions polyédriques des



*Borrelinavirus*. Elle ne semble contenir aucun élément figuré (fig. 9). Cette fraction peut constituer, surtout au début de la pathogénèse, une tache relativement petite dans la masse à structure légère. Dans les foyers en voie d'évolution vers des plages géantes, on observe toutes les proportions entre la fraction spongieuse et la partie géométrique, cette dernière pouvant s'étendre jusqu'à la limite ne laissant à l'autre fraction qu'une place restreinte à la périphérie.

A la toute dernière phase de la pathogénèse intracellulaire on voit les foyers géants se libérer et on peut apercevoir l'individualisation des rickettsies bien que des fractions de chaînes persistent, confirmant ainsi en détail les observations que nous avons relatées antérieurement.

### Discussions et conclusions

Les observations qu'ont permis d'effectuer au microscope électronique les coupes ultrafines des cellules adipeuses de *Melolontha* aux stades successifs de l'évolution de la « Rickettsiose bleue » révèlent des phénomènes intimement liés au cytoplasme, non décelables par la microscopie optique.

Les renseignements obtenus précisent d'abord certaines caractéristiques de la pathogénèse rickettsienne chez le Coléoptère étudié. Cependant, chacun des points concerne également autant de questions soulevées au sujet de l'action pathogène intime de rickettsies et de chlamydozoaires chez les Vertébrés et chez l'Homme.

Retenons avant tout, le fait que les images électroniques ont saisi l'évolution de l'attaque rickettsienne dès les premières signes pathologiques jusqu'à la désagrégation des cellules entièrement envahies. Ceci a permis de distinguer les étapes successives du processus et de lier en un phénomène évolutif les différentes formes sous lesquelles l'infection rickettsienne apparaît à l'observation optique. En résumé, nous avons pu distinguer successivement :

- La phase de l'apparition individuelle des rickettsies au sein du cytoplasme non altéré;
- Leur multiplication active avec groupements réguliers à structure serrée;
- La formation progressive de foyers vacuolaires avec pseudo-cristaux;
- L'augmentation importante du volume de ces foyers;
- Leur individualisation;
- L'éclatement de ceux-ci avec dégagement des rickettsies.

La multiplication active peut continuer dans une certaine mesure dans le cytoplasme en dehors des foyers géants et parallèlement à la

formation de ceux-ci et arriver au dégagement des rickettsies au moment de la lyse de la cellule.

Mentionnons ensuite les phénomènes particuliers paraissant intéressants au point de vue pathologie comparée.

#### a) *Développement.*

Le début de la pathogénèse rickettsienne non décelable par les observations optiques apparaît nettement sur les coupes ultrafines et la position des premiers éléments rickettsiens a pu être précisée.

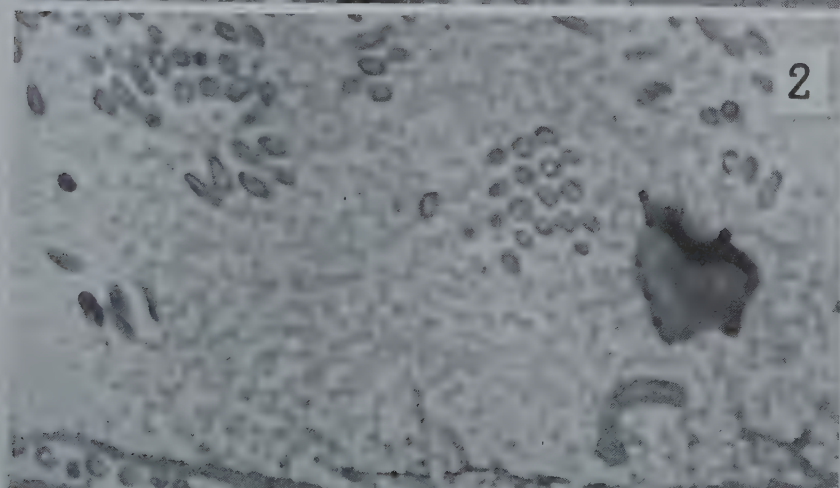
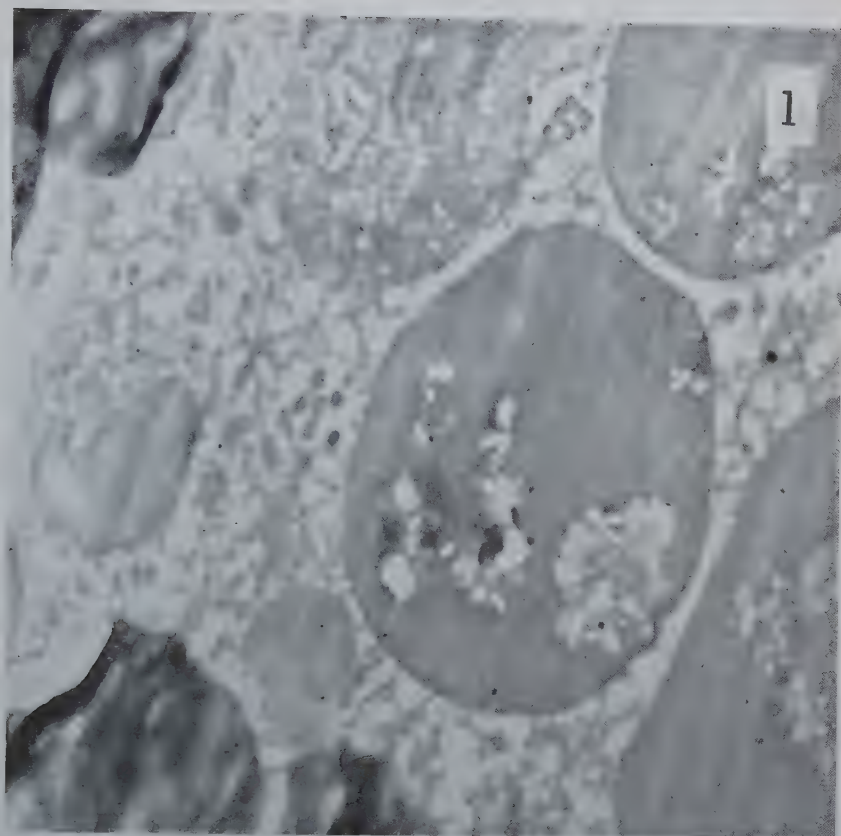
Certains détails sur la phase de développement actif paraissent particulièrement instructifs. En effet, le rangement en forme géométrique à régularité et précision quelquefois étonnantes reflète le mode d'accumulation des rickettsies. On pourrait établir un rapprochement avec le développement de certaines colonies bactériennes où la division, avec maintien de groupes en place, provoque un rangement des éléments. Cependant, nous ne pouvons pas nous empêcher de penser à certaines analogies qui apparaissent entre les images du groupement des rickettsies et de celui de certains adénovirus.

Ces images de groupements progressifs peuvent également être mises en rapport avec des observations antérieures sur l'apparition des taches et des halos dans le cytoplasme au début de l'infection rickettsienne chez *Melolontha* (20). Elles peuvent probablement aussi être rapprochées des phénomènes cytologiques décrits en tant que caractéristiques de début d'infection chez diverses rickettsies humaines et des vertébrés comme par exemple les gangues et les traînées qu'ont signalées GIROUD et GAILLARD à l'examen optique des infections dues *R. burneti*, *orientalis*, *mooseri* et *prowazeki* (8).

De telles structures semblent également pouvoir constituer une hypothèse de travail quant à l'interprétation du développement des « cellules de MOOSER » surtout si l'on considère les groupements de dimensions assez importantes, constitués de nombreux éléments rangés.

#### b) *Corps globulaires.*

Les éléments sur l'apparition de foyers de développement de rickettsies dans le cytoplasme et sur l'augmentation progressive de ces derniers semblent constituer une autre observation à retenir. En effet, il n'est pas douteux que ces figures représentent ce que nous avons désigné en cytologie optique comme corps globulaires pouvant prendre quelquefois ces dimensions considérables, supérieures même à huit  $\mu$ . D'un autre côté, les masses globulaires observées chez différentes rickettsies de l'homme et des animaux et même dans le groupe trachome-psittacose-lymphogranulomatose rappellent ces masses globuleuses au point de vue localisation et devenir. Quelle que soit l'affection dans laquelle les masses globulaires ont été notées, la nature, la



Coupes ultrafines du cytoplasme de cellules adipeuses de *Melolontha melolontha* (larve 3<sup>e</sup> stade), à différentes phases successives de la pathogénèse rickettsienne. Microscope électronique Philips.

FIG. 1 : Apparition d'éléments rickettsiens isolés. 1/6 000.

FIG. 2 : Début du groupement des rickettsies. 1/6 500.



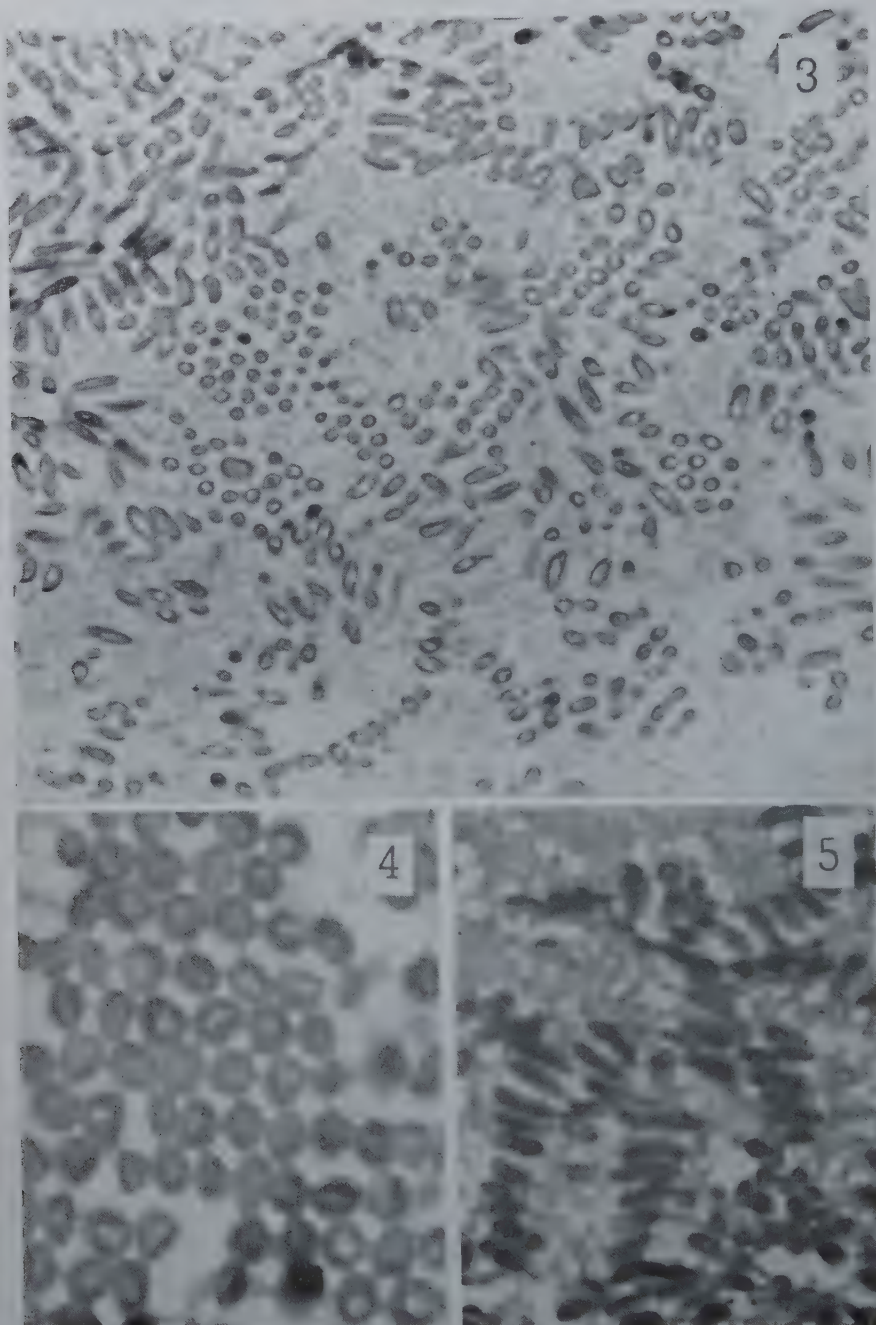


FIG. 3 : Extension intense des éléments rickettsiens en groupes. 1/6 500.

FIG. 4 : Détails du rangement, section transversale. 1/22 000.

FIG. 5 : Détails du rangement, section longitudinale. 1/8 500.



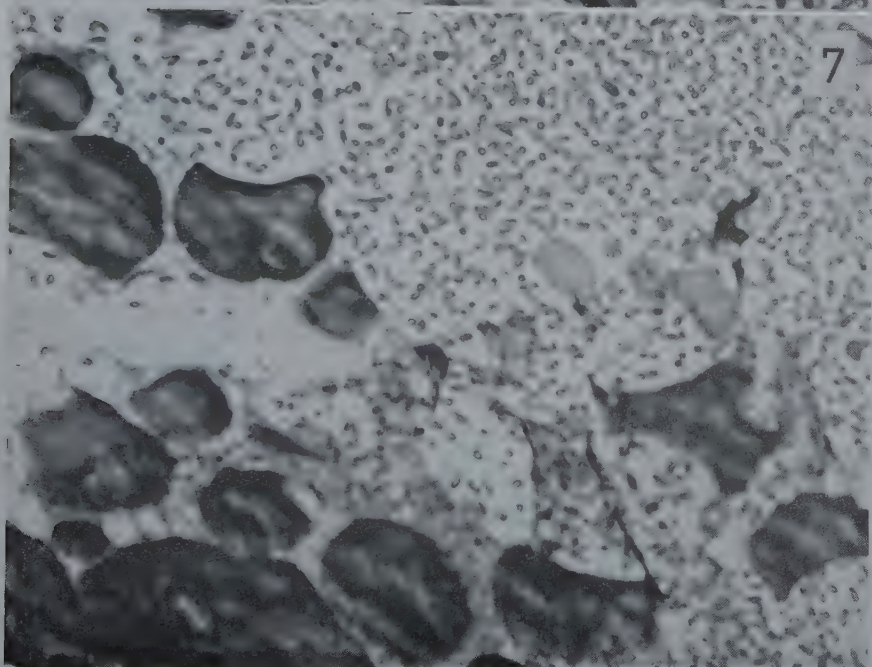
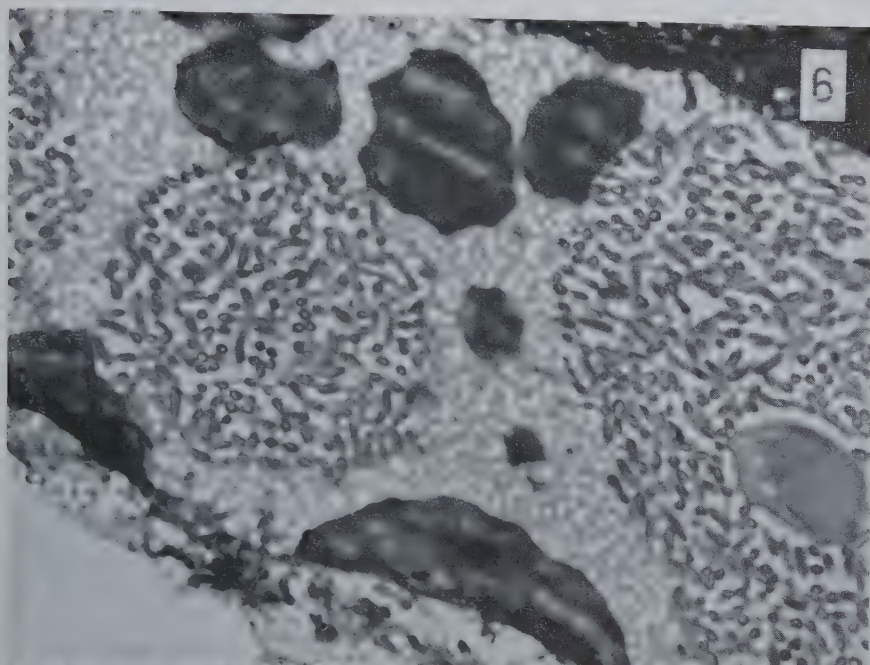


FIG. 6 : Formation de foyers (masses) globulaires intracytoplasmiques. 1/4 800.

FIG. 7 : Une portion de cytoplasme très affecté avec larges masses globulaires. Noter les limites nettes. 1/3 800.

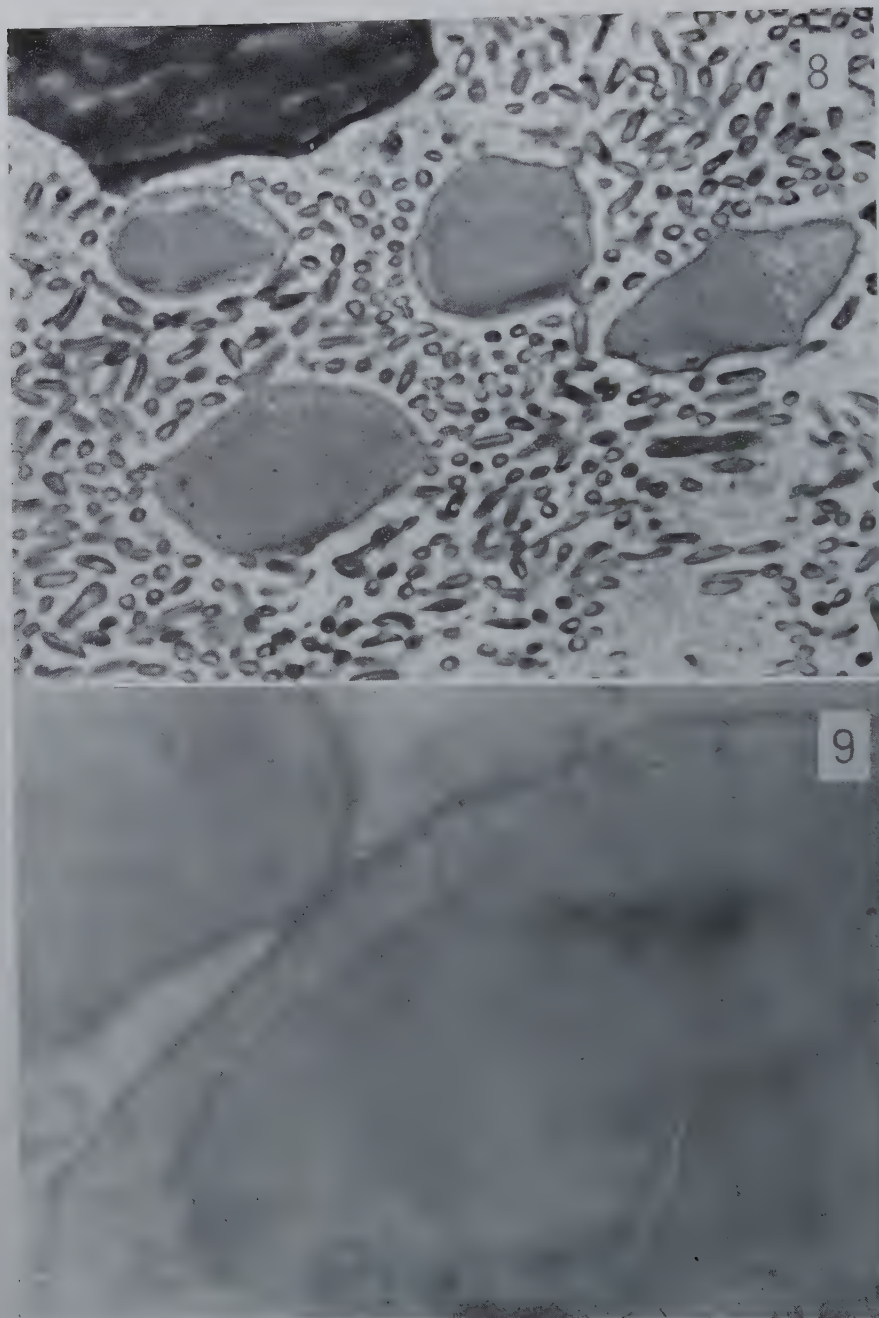


FIG. 8 : Inclusions dans une masse globulaire. Noter la double structure. 1/6 000.

FIG. 9 : Détails de la structure de l'inclusion. Délimitation d'une fraction amorphe et d'un corps interne à forme géométrique. 1/36 000.

composition et le développement de celles-ci sont mal définis car, ni la microscopie optique, ni les colorations n'ont permis de caractériser leur structure. D'après les images au microscope électronique des différents stades de la maladie chez *Melolontha*, ces corps peuvent être considérés comme un groupement de rickettsies à l'intérieur d'une vacuole nettement délimitée. Cette dernière augmente de volume tout en gardant son intégrité au fur et à mesure que les rickettsies se multiplient à l'intérieur d'une façon particulièrement serrée. Le fait, que, même au stade d'envahissement de la cellule par les rickettsies, on distingue les amas accumulés et la limite nette de l'ensemble, montre qu'il ne s'agit pas seulement d'un développement à l'intérieur du cytoplasme mais que ces masses globulaires constituent des unités de foyers à évolution progressive et qu'elles sont, dès le début, séparées du cytoplasme lui-même. A l'heure actuelle, nous essayons d'obtenir des images semblables sur les masses globulaires de différentes rickettsies afin de les comparer avec la structure et le mode de développement que nous avons observés chez la rickettsiose bleue.

En dehors du problème des masses globulaires, on peut se demander si les foyers en voie d'évolution à l'intérieur des vacuoles que nous avons décrites ne seraient pas également susceptibles de constituer une base d'interprétation des « halos » contenant les éléments punctiformes que GIROUD et DUMAS schématisent à base d'observations optiques sur *R. orientalis* (7).

### c) *Inclusions.*

Les observations concernent également un problème propre à certaines rickettsioses des insectes. Il s'agit des corps apparaissant au microscope optique comme des cristaux à formes allongées pour lesquels nous avons souligné la double coloration et précisé qu'à l'examen global au microscope électronique ils paraissent partiellement opaques (21). Les détails de structure que nous avons décrits dans la présente note suggèrent de considérer ces corps comme des poches entourées d'une membrane contenant une phase antérieure non organisée et une phase en voie de cristallisation progressive. Les images obtenues expliquent d'ailleurs le comportement tinctorial observé en histologie optique. La partie colorable correspondrait à la portion montrant au microscope électronique une structure légère et la partie réfractaire au colorant à celle en voie de formation cristalline.

La comparaison des corps rickettsiens sur les images électroniques des stades successifs de la pathogénèse montre enfin qu'il n'y a pas de changement de forme ou un cycle morphologique quelconque au cours du processus de la pathogénèse. On trouve en effet des éléments bacilliformes à bouts arrondis aux dimensions précisées dans cette note aussi bien dans le cytoplasme encore intact où les premières rickettsies



font leur apparition que dans la phase de multiplication groupée et dans les foyers vacuolaires évoluant en masses globulaires. Les détails de structure des coupes ultraminces des rickettsies elles-mêmes qu'offrent les images électroniques seront étudiés ailleurs.

### SUMMARY

On ultra fine cross sections of adipose tissues of *Melolontha melolontha* taken at the successive stages of rickettsial infection the evolution of the pathogenesis in the cytoplasm was followed with electronic microscope.

The appearance of the first lesions and the multiplication of the rickettsies in cytoplasmic groups were shown. A geometric ordering of the rickettsies was revealed in the heaps of rickettsies that were in the course of multiplying, leading to the formation of closely packed groups in the form of « globular centers ». The internal structure of these formations and of intracellular crystals is analyzed and research on their significance in compared pathology is being carried out.

### BIBLIOGRAPHIE

1. BABUDIERI, B. — 1943. Lo sviluppo di *Rickettsia prowazeki* nell' embrione di pollo. — *Rendic. Ist. Sup. Sanita*, **6**, 292-297.
2. COWDRY, E. V. — 1926. Cytological studies on heartwater. I. The observation *Rickettsia ruminantium* in the tissue of infected animals. — 11th and 12th Rept. Dir. Vet. Education and Research, Union of South Africa, 161-177.
3. DONATIEN, A. & F. LESTOQUARD. — 1940. Du cycle évolutif de quelques Rickettsia. — *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, **18**, 203-213.
4. EYER, H. & H. RUSKA. — 1944. Über den Feinbau der Fleckfieber-Rickettsie. — *Zschr. Hyg.*, **125**, 483-492.
5. FABIANI, G. & R. VARGUES. — 1942. Affinités comparées, à l'égard des colorants des rickettsies et de certaines autres formes attribuées aux virus typhiques. — *Bull. Soc. Biol. Alger*, 13-14.
6. GIROUD, P. — 1945. L'évolution des corps homogènes, inclusions du thyphus exanthématique. — *C. R. Soc. Biol.*, **139**, 385-386.
7. GIROUD, P. & N. DUMAS. — 1958. Organisation des infra-microbes rickettsiales, péripneumoniales. — *Biocytologia*, Masson, Paris, 91-141.
8. GIROUD, P. & J. A. GAILLARD. — 1953. Développement des rickettsies aux dépens du cytoplasme des cellules hôtes au cours de l'infection due à *Rickettsia burneti*, *Rickettsia orientalis*, *Rickettsia mooseri* et *prowazeki*. — *Bull. Soc. Path. Exot.*, **46**, 16-19.
9. GIROUD, P., G. RENOUX et F. MALNOUX. — 1956. Constatations morphologiques et sérologiques faites chez des enfants tunisiens atteints de trachome dans l'oasis de Tozour. — *C. R. Acad. Sc.*, **242**, 207-209.
10. HURPIN, B. & C. VAGO. — 1958. Les maladies du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L. Col. Scarabaeidae). — *Entomophaga*, **3**, 285-330.
11. KUROTCHKIN, T. J., R. I. LIBBY, E. GAGNON & H. R. COX. — 1947. Size and morphology of the elementary bodies of the psittacosis, lymphogranuloma group or viruses. — *J. Imm.*, **55**, 283-287.
12. LÉPINE, P., J. GIUNTINI, O. CROISSANT & L. REINIE. — 1947. Microscopie électronique du virus de la lymphogranulomatose inguinale. — *Ann. Inst. Pasteur*, **73**, 822-824.



13. MITSUI, Y., A. SUZUKI, J. HANABUSA, R. MINODA, S. OGATA, S. FUKUSHIMA & M. MIURA. — 1958. Structures of the initial bodies of trachoma inclusion as revealed in section by electron microscopy. — *Virology*, **6**, 137-149.
14. MOOSER, H. — 1956. „Die Rickettsien ” dans : Die Infektionskrankheiten des Menschen und ihre Erreger, THIEME. — Stuttgart, 167 et 1205.
15. PEREZ-ALVA, S. & J. GUINTINI. — 1957. La maladie de Carrion. Étude morphologique de *B. bacilliformis* au microscope électronique. — *Bull. Soc. Path. exot.*, **50**, n° 2, 188-194.
16. PHILIP, C. B. — 1959. Canine Rickettsiosis in western United States and Comparison with a Similar Disease in the red fox. — *Arch. Inst. Pasteur, Tunis*, **36**, 595-603.
17. RAKE, G., H. RAKE, D. HAMBRE & V. GROUPE. — 1946. Electron-micrographs of the Agent of feline pneumonitis (BAKER). — *Proc. Soc. Biol. Med.*, **63**, 489-491.
18. RIS, H. & J. P. FOX. — 1949. The cytology of *Rickettsiae*. — *J. Exp. Med.*, **89**, 681-686.
19. SCHAECHTER, M., F. M. BOZEMAN & J. E. SMADEL. — 1957. Studies on the Growth of *Rickettsiae*. II. Morphologic observations of living *Rickettsiae* in Tissue Culture Cells. — *Virology*, **3**, 160-172.
20. VAGO, C. — 1959. Études cytopathologiques sur la Rickettsiose bleue du Coléoptère *Melolontha melolontha*. — *Arch. Inst. Pasteur, Tunis*, **36**, 585-593.
21. VAGO, C., O. CROISSANT & P. LÉPINE. — 1955. Démonstration au microscope électronique du développement intranucléaire du virus de la grasserie. — *Ann. Inst. Pasteur*, **89**, 364-366.
22. WEYER, F. & D. PETERS. — 1952. Untersuchungen zur Rickettsienmorphologie. I. Mitteilung. Eine einfache und schönende Präparations-methode für die elektronoptische Untersuchung von *Rickettsiae*. — *Zeitschr. Naturforsch.* **7b**, 357-361.
23. WISSIG, S. L., L. G. CARO, E. B. JACKSON & J. E. SMADEL. — 1956. Electron microscopic observation on intracellular rickettsiae. — *Amer. J. Path.*, **32**, 117-133.

(Institut National de la Recherche Agronomique.  
Laboratoire de Cytopathologie, Saint Christol et  
Institut Pasteur, Service des virus, Paris.)



# TAXONOMY OF THE GENUS *TRICHOGRAMMA* (HYMENOPTERA, CHALCIDOIDEA, TRICHOGRAMMATIDAE)

BY

S. E. FLANDERS and WOLFGANG QUEDNAU

---

## Introduction

The genus *Trichogramma* is characterized by a paucity of species structurally identifiable and a plethora of forms only identifiable biologically. All the species of *Trichogramma* develop as endoparasites of insect eggs. Geographical segregation is largely lacking, the genus being cosmopolitan in distribution (FERRIÈRE, 1947).

*Trichogramma* larvae are not highly specialized nutritionally as is shown by the ability of common species to parasitize host eggs successfully, whether such eggs are alive or dead, newly laid or about to hatch. It is not surprising, therefore, that *Trichogramma* has hundreds of host species. These are mostly in the *Lepidoptera* but some are in the *Hymenoptera*, *Neuroptera*, *Diptera*, *Coleoptera*, and *Hemiptera*. Even the eggs of certain *Dermaptera* have been found suitable for the larval development of *Trichogramma* (FLANDERS, 1936). It is noteworthy that with a few hosts such as the pear slug *Caliroa cerasi* (L.) the eggs attacked are not exposed on plant surfaces but are located beneath the epidermis of the host plant (PECK, 1799). Consequently, as pointed out by BRUES (1908) certain species of *Trichogramma* exhibit almost as great a range in choice of hosts as do the genera or even the larger groups of other parasitic *Hymenoptera*.

It is noteworthy that a contrary situation exists in the proctotrupoid *Telenomus*, another genus of egg-parasites, in which there are several hundred species characterized by high specificity in their host relations. The differentiation in specificity between the species of *Trichogramma* and those of *Telenomus* is possibly correlated with differences in voltinism relative to their hosts (BRUES, 1908).

The existence in *Trichogramma* of numerous biological entities became a matter of record because of the importance of certain species in the control of pest insects, especially certain moths, butterflies, and sawflies. As pointed out by Charles Robert DARWIN in his book, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, man may

recognize any animal or plant in a state of nature as a complex of biological entities if it is highly useful to him or for any reason closely attracts his attention.

The purpose of this paper is to review the situation with respect to *Trichogramma* anticipating that it will provide a basis for future systematic work.

### Structurally defined species

Six structurally identifiable species of *Trichogramma* are known : *T. evanescens* WESTW., *T. embryophagum* (HARTIG), *T. semblidis* (AUR.), *T. minutum* RILEY, *T. japonicum* ASH., and *T. retorridum* (GIR.), *T. fasciatum* PERK., and *T. australicum* GIR. may be forms of *T. evanescens*.

*Trichogramma embryophagum* differs from *T. minutum* in the structure of the male antennae, *T. minutum* differs from *T. evanescens* in possessing a narrow and long abdomen when reared from the eggs of the same host (FLANDERS, 1935; PACKARD, 1880; WALKER, 1851). *T. retorridum* differs from the other species by the irregular discal ciliation of the forewing. *T. japonicum* is characterized by prominent, relatively long ovipositor sheaths (GIRAULT, 1911 a; PAGDEN, 1934). *T. semblidis* is distinguished by the distinctive antennae of its apterous male (GIRAULT, 1911 a; SALT, 1937). GIRAULT examined "paratypic specimens" of *T. semblidis* males and noted that their antennae were female-like except for the club, which had parallel sides and was slightly longer. The female *T. semblidis* is characterized by its uniformly brown or black color, which, unlike the coloration of other species of *Trichogramma*, does not change with the seasons.

On the basis of its coloration in life, the leaf hopper parasite, *Trichogramma heliocharae* PERK., is a valid species and not a synonym of *T. minutum* as stated by MUESEBECK *et al.* (1951). Unlike any other known species, *T. heliocharae* is more or less green in life. Also, the fore wing is characterized by a dark spot extending from the stigmal vein, which it includes, to a point about half-way across the wing (PERKINS, 1907). The species was described from specimens bred from the eggs of *Heliochara communis* FITCH in California.

*Trichogramma evanescens*, *T. embryophagum*, and *T. semblidis* are ecologically different in that they are most often met with in different types of habitats-field, arboreal, and marsh, respectively (EVANS, 1930; FLANDERS, 1937, 1938; MARCHAL, 1927; QUEDNAU, 1956). *T. retorridum* and *T. japonicum* are like *T. evanescens* to the extent that they frequent field habitats.

*Trichogramma evanescens*, the type species, was described by



WESTWOOD (1833) from a single mutilated specimen collected in June 1838, at Chelsea, England. PERKINS (1914), in 1912, removed this specimen from its original card mount and relaxed and cleaned it before mounting it in Canada balsam. PERKINS then found that critical parts of the antennae were lacking, a fact which may account for the false original description of the antennae, an error subsequently corrected by WESTWOOD (1879).

The classification of *Trichogramma* species is handicapped by the possibility that morphologically distinct entities may be environmentally determined phenotypes (SALT, 1941). The identity of species must therefore be prefaced by a biological assessment. Such an assessment is prerequisite for the valid description of new species.

*Trichogramma minutum* was redescribed by GIRAULT (1911 c) because neither he nor L. O. HOWARD was able to find structural characters to distinguish *T. minutum* from *T. pretiosum*, *T. minutissimum* PACK., *T. intermedium* HOW., *T. odontotae* HOW., or *T. nigrum* GIR. Comparisons with type specimens could not be made, for none existed. The color characters as used by RILEY (1879) to distinguish his *T. minutum* and *T. pretiosum* have been demonstrated to be of no value whatever (GIRAULT, 1906; PETERSON, 1930). GIRAULT (199 a), in discussing the coloration of *T. retorridum*, stated that it “*varies nearly as much as in minutum, but I have seen no specimens which were intensely yellow, quite common if not usual with minutum.*”

It is significant that GIRAULT's redescription of the *Trichogramma minutum* female apparently fits that of *T. embryophagum*, particularly with respect to its wide range of coloration (FLANDERS, 1931, 1935 a; QUEDNAU, 1956).

The females of *Trichogramma embryophagum* and of *T. semblidis* were considered by KURDJUMOV (1912) to be identical. SALT (1937) propagated *T. semblidis* and a species he assumed to be *T. evanescens* and found that the female structure of both species agreed with WESTWOOD's (1879), description of *T. evanescens*. KRYGER (1919) and FERRIÈRE and FAURE (1924) concluded that all the described European species represented a single structural species.

HOWARD and FISKE (1911) noted the lack of differentiating structural characters in European and American *Trichogramma*. L. O. HOWARD, in a letter to the senior writer dated January 9, 1928, commented as follows: “*The insects of the genus seem to have an extraordinary morphological and biological adaptability and I am curious to know whether there may not be a possibility that the species with which we are working in this country may be identical with European forms originally imported perhaps in eggs of some insect or on nursery stock (possibly very many years ago).*” Pertinent to this comment is the fact that in North America *Trichogramma* was reared from pear slug and other insect eggs prior to 1800 (WEBSTER, 1912).

### Coloration and habitat preferences as taxonomic characters

Laboratory studies of two forms of European *Trichogramma* (EVANS, 1930) and two forms of American *Trichogramma* (PETERSON, 1930) showed that although the two forms were structurally identical in each case, they were markedly different in color and in behavior. Such differences in similar if not the same forms were confirmed by FLANDERS (1931) and QUEDNAU (1956).

The coloration of *Trichogramma* is a valid character only when correlated with the season of the year in which it was collected and the habitat from which it was obtained.

The supposed type specimens of *Trichogramma embryophagum*, a phenotypic yellow species known to prefer arboreal habitats, were obtained from the eggs of *Lasiocampa pini* (BERL.) (KURDJUMOV, 1912). The females of *T. evanescens*, a field species, when propagated at 25 °C, have the head and thorax yellowish, the abdomen dark (QUEDNAU, 1956; SALT, 1937). WESTWOOD (1879) noted the color as dusky orange with abdomen darker. The coloration of *T. retorridum* and of *T. japonicum* is also phenotypic, according to GIRAULT (1911 a, 1911 b). The type specimens of *T. retorridum* were reared from *Protoleucania albilinea* (HBN.), and those of *T. japonicum* were supposedly reared from *Chilo suppressalis* (WALKER). The type specimens of *T. semblidis*, a species which is always brown or black in color and prefers marsh habitats, were reared from the eggs of *Sialis lutaria* L. (SALT, 1937). A shiny black *Trichogramma*, commonly parasitic in the eggs of *Calpodes ethlius* (CRAM.) on swamp lilies in the gulf states (SPENCER), BROWN, and PHILLIPS, (1949) and rarely in moth eggs on sugar cane (A. L. DUGAS, B. A. OSTERBERGER, *in litt.*) is presumably *T. semblidis*.

The kinds of *Trichogramma* studied by MARCHAL (1927) were a yellow arboreal form and a dark cabbage form. These undoubtedly were *T. embryophagum* and *T. evanescens*, as were the species which parasitized the eggs of the pine tortrix, *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF) and *Pieris* spp. collected by EVANS (1930).

On the basis that the American and European forms of *Trichogramma* are structurally conspecific and that in both regions their color forms and their habitat preferences correspond, the arboreal *T. minutum* was considered by the senior author as a synonym of *T. embryophagum*, and *T. pretiosum* as a synonym of *T. evanescens* (FLANDERS, 1937). A synonymy based on RILEY's color characters, as he had previously suggested (FLANDERS 1935 a), would be erroneous.

The specific name *minutum* for the American *Trichogramma* is so firmly established in entomological literature that both sexes should be redescribed on the basis of specimens obtained from the type

locality, the type host insect and its host plant, and the type season of the year. The specimens used as types should be the progeny of the dominant species in the collected specimens, such progeny having developed at a constant temperature of 86 °F (= 30 °C).

The biological characters of entities, like their structural characters, may overlap. Such is the case with the habitat character of *Trichogramma*. *T. evanescens*, the field form, is occasionally found in association with *T. embryophagum* in an arboreal habitat, while *T. embryophagum* is occasionally found in a field habitat (PETERSON, 1930; FLANDERS, 1937).

The reduction of numerous described species of *Trichogramma* to three types of noninterbreeding color forms preferring different habitats (FLANDERS, 1935 *a*, 1937) was merely a preliminary step looking toward a thorough taxonomic study of the genus. That such a step was advisable was recognized by a pioneer in *Trichogramma* biology, Herbert SPENCER, Senior Entomologist of the United States Department of Agriculture. In 1935 he stated (*in litt.*) that the setting up of *T. embryophagum*, *T. evanescens*, and *T. semblidis* was "a timely action which would materially assist the straightening out of the species mix-up in *Trichogramma*".

In the years following, however, the taxonomy of *Trichogramma* improved only slightly. PECK, in MUESEBECK *et al.* (1951), reduced the list of North American species to *T. evanescens*, *T. retorridum*, *T. minutum*, and *T. semblidis*. The difficulties involved are apparent from the fact that A. B. GAHAN, one of the foremost authorities on the systematics of the *Chalcidoidea*, spent a considerable portion of his life in an intensive study of *Trichogramma* but was unable to "solve the riddle of *Trichogramma*". In February 1960 he wrote to the senior author as follows :

"I have been retired from all entomological work now for ten years and at the age of almost 80 years I can only say that my memory of *Trichogramma* is mostly a memory of frustration. Although over a period of more than 20 years, I examined thousands of specimens representing many different rearings from many different hosts and many different parts of the world, I could never find characters that seemed to be constant which would distinguish those from one source from those from another source. There were certain differences in color, in setation and in length of antennal segments between individuals but when a large number of specimens from the same source were compared these differences always seemed to break down."

In the future the validity of *Trichogramma* species requires that they be characterized by the mode of reproduction, the color variation, the length of life cycles, and the differences in setation, the descriptions to be based on specimens which developed at a constant high temperature of 86 °F (= 30 °C). Taxonomists should recognize that there



may occur within such species host-determined phenotypes and adaptations in environment called "biological races".

The occurrence of numerous biological entities on *Trichogramma* is shown by the work of BOWEN (1936), EVANS (1930), FERRIERE and FAURE (1924), HARLAND and ATTECK (1933), MARCHAL (1927), and others.

Biological characters of taxonomic value include inability to interbreed, kinds of hosts, habitat preference, patterns of development (inherent and host-determined), and environmentally influenced developmental rates, adult coloration, and longevity.

As pointed out by GIRAULT (1911 b), neither thelytokous nor arrhenotokous parthenogenesis is a valid character. Thelytoky may occur in any species of *Trichogramma*. Its occurrence in some species may be sporadic and conditioned by undetermined environmental factors (FLANDERS, 1945). Although thelytoky occurs commonly in parasitic *Hymenoptera*, it is not known in the *Proctotrupoidea* (CLAUSEN, 1940).

The primary question relative to the taxonomy of *Trichogramma* concerns the feasibility of giving scientific names to the biologically distinct forms of structural entities. HARLAND and ATTECK (1933) concluded that mutually uncrossable forms should be considered only as physiological races. In a letter to the senior writer in 1936, A. B. GAHAN commented as follows :

"The difficulty lies, however, in recognizing the different forms and knowing what names to apply to them. If species are to be recognized solely on the bases of habits and biology then the task ahead of the taxonomist is a most difficult one and I had an idea it was bad enough already. While it is possible that a thorough and intensive taxonomic study of the group might uncover characters unknown to me, and which would make possible recognition of the different forms, I am at present quite unable to separate them with any degree of certainty. If there are three different species involved, it is altogether possible, and I think likely, there may be several more. Little biological data is available for the types of the different species and in the absence of real taxonomic characters it is extremely difficult to be sure when you apply a name to a given lot of material that the biology of the types was the same as that of the specimens identified, especially if it be true, and it undoubtedly is true, that the same species will breed in many different hosts."

The true situation can be ascertained only by the taxonomy of "habitat populations". In March 1940, the senior writer reared several individuals of *Trichogramma*, the dominant yellow form and a rare dark form, from codling moth eggs collected at the same time from an apple tree in Riverside County, California, and sent them to GAHAN in Washington, D. C. Since these individuals developed under the same environmental conditions their coloration constituted



a valid specific character, and the senior writer considered the yellow form to represent *T. embryophagum* and the dark form to be *T. evanescens*. GEHAN reported (*in litt.*) concerning the identity of dead specimens of these forms as follows :

" So far as any differences are concerned, it looks to me as though both these ' species ' might very well have been progeny of the same female. While they do differ in color, I am not yet convinced that this color difference is specific and that color differences as well as the alleged differences in behavior development, etc., between the two forms are not the result of some external factor which you biologists have not yet fathomed. At any rate I would call the two forms on your slide *Trichogramma minutum*, dark form and light form. "

Certainly if these forms had been collected from their common host at different seasons of the year rather than synchronously, the writers would have considered them color phases of *Trichogramma embryophagum*.

### The economic importance of biological entities

The fact that *Trichogramma* consists of biological entities structurally indistinguishable is highly important from the standpoint of utilizing this genus in the biological control of pest insects.

The original importations into a country of a foreign species of *Trichogramma* should be derived from a like environment. The successful establishment in Bermuda of *Trichogramma* sp. from Trinidad (BENNETT and HUGHES, 1959) may have resulted from its colonization on the species of host, *Calpodes ethlius* (CRAM.), and host plant, *Canna* sp., from which the stock originated.

EVANS (1930) believed that when used in periodic mass release, the stock of *Trichogramma* should originate from the form which, in the field, already infests the eggs of the pest that it is proposed to control. The failure of mass releases of the field form of *Trichogramma* in arboreal habitats, as demonstrated by VAN STEENBURGH (1934) and SPENCER *et al.* (1949), substantiates this opinion.

However, in the commercial use of *Trichogramma* consideration should be given to the possibility that there may exist elsewhere a species characterized by greater host-controlling capacity than the species already present in the area of colonization. A Louisiana form of *T. evanescens* (presumably *T. fasciatum* PERK.) released by VAN STEENBURGH (1934) in Canadian peach orchards seemed better adapted to high midsummer temperatures than the Canadian *T. embryophagum*.

Biological entities in other families of parasitic *Hymenoptera* have been shown to vary greatly in their ability to control populations of

their hosts (CLAUSEN, 1936; FLANDERS, 1944). The economic possibilities in this respect are well illustrated by the introduction into California of two species of *Aphytis*, forms of which already occurred there (DOUTT, 1954; FLANDERS, 1957).

Some means of designating the structurally identical biological entities used in biological control work would be convenient. Entities which possess characteristic color patterns, of course, may be scientifically designated. The "gray race" of *Trichogramma* (FLANDERS, 1931), a parasite of the eggs of *Diatraea saccharalis* (FAB.) on sugarcane in Louisiana, is distinguished by a loss of yellow pigmentation in specimens which during their prepupal development were subjected to a temperature of 90 °F. The writers agree that this species is *T. fasciatum* PERK., a designation which is logical because the type specimens originated from *D. saccharalis* on sugarcane in Vera Cruz, Mexico (PERKINS, 1912).

BRUES (1908) pointed out that in the parasitic Hymenoptera there is commonly a correlation between very slight characters and certain host relations. COMPERE (1955) recognized *Aphytis citrinus* COMP. as a unit which cannot be defined morphologically. He described it because of its economic importance and stated that the most reliable clue to its identity is that so far as known it is parasitic only on the yellow scale, *Aonidiella citrina* (COQ).

The history of biological control, as COMPERE (1955) points out, provides numerous examples of lost opportunities and work needlessly repeated all owing to a disregard by systematists of the biological evidence, an insistence on morphological evidence alone as criteria for the recognition of species.

It is apparent that the habitat and host relations of a species if representing its physiological characteristics is of taxonomic value. This value may be verified by "cross acclimation", by "transplantation", by "breeding experiments", and finally by "a physiological analysis of the varying characters" (PROSSER, 1959).

It is apparent that the task ahead for the *Trichogramma* systematist is biologically difficult and agriculturally important.

To facilitate this work any published reference to a particular species of *Trichogramma* should cite its habitat (the locality and the plant host).

## RÉSUMÉ

Dans le genre *Trichogramma*, il existe d'une part un certain nombre d'espèces et, d'autre part, beaucoup de formes biologiques caractérisées seulement par leur comportement. Les espèces bien distinctes par leur morphologie sont : *T. evanescens* WESTWOOD, *T. embryophagum* (HARTIG), *T. semblidis* (AUR.), *T. minutum* RILEY, *T. japonicum* ASH. et *T. retorridum* (GIR.). La valeur d'une espèce de *Trichogramma* est établie par le mode de reproduction, la variation de la coloration, la durée du cycle évolutif et les différences des soies des antennes chez les mâles, et tout cela

pour une température haute et constante (30 °C). La connaissance des modifications physiologiques et des changements de coloration d'une espèce en fonction de l'habitat est importante pour les études taxonomiques qu'il faut exécuter avec un matériel vivant. La tâche d'un taxonomiste de *Trichogramma* est biologiquement difficile, mais son importance pour l'agriculture est considérable.

## REFERENCES CITED

- BENNETT, FRED & I. W. HUGHES. — 1959. Biological control of insect pests in Bermuda. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 423-436.
- BOWEN, M. F. — 1936. A biometrical study of two morphologically similar species of *Trichogramma*. — *Ann. ent. Soc. America*, **29**, 119-125.
- BRUES, C. T. — 1908. The correlation between habits and structural characters among parasitic *Hymenoptera*. — *Jour. econ. Ent.*, **1**, 123-128.
- CLAUSEN, C. P. — 1936. Insect parasitism and biological control. — *Ann. ent. Soc. America*, **29**, 201-223.
- 1940. Entomophagous Insects. *McGraw-Hill*, N. Y. 688 pp.
- COMPÈRE, H. — 1955. A systematic study of the genus *Aphytis* HOWARD (*Hymenoptera*, *Aphelinidae*) with descriptions of new species. — *Univ. California Publ. Ent.*, **10**, 271-320.
- DOUTT, R. L. — 1954. An evaluation of some natural enemies of the olive scale. — *Jour. econ. Ent.*, **47**, 39-43.
- EVANS, J. W. — 1930. The control of codling moth in Australia. — *Jour. Council Sci. Ind. Res.*, **3**, 106-116.
- FERRIÈRE, C. — 1947. Les espèces ou races biologiques de *Trichogramma* (*Hym. Chalc.*). — *Verhandl. schweiz. naturforsch. Ges.*, **127**, 92-93.
- FERRIÈRE, CH. & J. C. FAURE. — 1924. Sur *Trichogramma evanescens* WESTW. parasite des œufs de *Pieris brassicae* L. — *Rev. Path. vég., Entomol. agr. France*, **11**, 104-118.
- FLANDERS, S. E. — 1931. The temperature relationships of *Trichogramma minutum* as a basis for racial segregation. — *Hilgardia*, **5**, 395-405.
- 1935 a. Two described species of *Trichogramma* validated. — *Pan-Pacific Ent.*, **11**, 79.
- 1935 b. Host influence on the prolificacy and size of *Trichogramma*. — *Pan-Pacific Ent.*, **11**, 175-177.
- 1936. The biology of *Trichogramma evanescens* WESTW. and allied species. Doctorate Dissertation, University of California, Berkeley.
- 1937. Habitat selection by *Trichogramma*. — *Ann. Ent. Soc. America*, **30**, 208-210.
- 1938. Identity of the common species of American *Trichogramma*. — *Jour. econ. Ent.*, **31**, 456.
- 1944. Observations on *Comperiella bifasciata*, an endoparasite of diaspine coccids. — *Ann. Ent. Soc. America*, **37**, 365-371.
- 1945. The bisexuality of uniparental *Hymenoptera*, a function of the environment. — *Amer. Nat.*, **79**, 122-141.
- 1957. Fig scale parasites introduced into California. — *Jour. econ. Ent.*, **50**, 171-172.
- GIRAULT, A. A. — 1906. *Trichogramma pretiosa* RILEY: Colour variations in the adult with description of a new variety. — *Canadian Ent.*, **38**, 81-82.
- 1911 a. Synonymic and descriptive notes on the chalcidoid family *Trichogrammatidae* with description of new species. — *Trans. Amer. Ent. Soc.*, **37**, 43-83.
- 1911 b. On the identity of (*Trichogramma*) *Neotrichogramma japonicum* (ASHMEAD). — *Canadian Ent.*, **43**, 192-194.
- 1911 c. On the identity of the most common species of the family *Trichogrammatidae* (*Hymenoptera*). — *Bull. Wisconsin Nat. Hist. Soc.*, **9**, 135-165.



- HARLAND, S. C. & O. M. ATTECK. — 1933. Breeding experiments with biological races of *Trichogramma minutum* in the West Indies. — *Z. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre*, **64**, 54-76.
- HOWARD, L. O. & W. F. FISKE. — 1911. The importation into the United States of the parasites of the gipsy moth and the brown-tail moth. — *U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull.*, **91**, 312 p.
- KRYGER, J. P. — 1919. The European *Trichogramminae*. — *Ent. Meddel.*, **12** (2. Ser. 7), 257-354.
- KURDJUMOV, N. V. — 1912. Synonymic note on some *Trichogrammatidae* (Hymenoptera). — *Rev. Russe d'Ent.*, **12**, 283.
- MARCHAL, P. — 1927. Contribution à l'étude génotypique et phénotypique des Trichogrammes. Les lignées naturelles de Trichogrammes. — *Acad. des Sci. Colon, France, Compt. Rend.*, **185**, 489-493, 521-523.
- MUESEBECK, C. F., KARL V. KROMBEIN & H. K. TOWNES. — 1951. *Hymenoptera of America North of Mexico* (Synoptic Catalog). — *U. S. Dept. Agric., Agric. Monogr.*, **2**, 1 420 p.
- PACKARD, A. S. — 1880. Description of some new ichneumon parasites of North American butterflies. — *Boston Soc. Nat. Hist. Proc.*, **21**, 18-38.
- PAGDEN, H. T. — 1934. Notes on hymenopterous parasites of Padi pests in Malaya. — *Sci. Ser. Dept. Agric. S. S. and F. M. S.*, **15**, 13 p.
- PECK, W. D. — 1799. Natural history of the slug-worm. Papers on Agriculture. — *Massachusetts Soc. for Promoting Agric.*, **1798**, 9-20.
- PERKINS, R. C. L. — 1907. Parasites of leaf-hoppers. — *Ent. Ser. Exp. Sta. Haw. Sugar Pl. Assoc. Bull.*, **4**, 66 p.
- 1912. Parasites of insects attacking sugar cane. — *Ent. Ser. Exp. Sta. Haw. Sugar Pl. Assoc. Bull.*, **10**, 27 p.
- 1914. On the hymenopterous genera *Trichogramma* WESTW., and *Pentarthron* RILEY. — *Ent. Soc. London, Trans.*, **4**, 603-605.
- PETERSON, ALVAH. — 1930. How many species of *Trichogramma* occur in North America? — *Jour. New York Ent. Soc.*, **38**, 1-7.
- PROSSER, C. L. — 1959. The "Origin" after a century: prospects for the future. — *Amer. Sci.*, **47**, 536-550.
- QUEDNAU, WOLFGANG. — 1956. Die biologischen Kriterien zur Unterscheidung von *Trichogramma*-arten. — *Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz*, **63**, 333-344.
- RILEY, C. V. — 1879. Parasites of the cotton worm. — *Canadian Ent.*, **11**, 161-162.
- SALT, GEORGE. — 1937. The egg-parasite of *Sialis lutaria*: a study of the influence of the host upon a dimorphic parasite. — *Parasitology*, **29**, 539-553.
- 1941. The effects of hosts upon their insect parasites. — *Biol. Rev.*, **16**, 235-264.
- SPENCER, H., LUTHER BROWN & A. M. PHILLIPS. — 1949. Use of the parasite *Trichogramma minutum* for controlling pecan insects. — *U. S. Dept. Agric. Circ.*, **818**, 17 pp.
- VAN STEENBURGH, W. E. — 1934. *Trichogramma minutum* RILEY as a parasite of the oriental fruit moth (*Laspeyresia molesta* BUSCK) in Ontario. — *Canad. Jour. Res.*, **10**, 287-314.
- WALKER, F. — 1851. Notes on Chalcidites and descriptions of various new species. — *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, **7**, 210-216.
- WEBSTER, R. L. — 1912. The pear slug. — *Iowa Expt. Sta. Bull.*, **130**, 167-192.
- WESTWOOD, J. O. — 1833. Descriptions of several new British forms amongst the parasitic hymenopterous insects. — *London, Edinb., and Dublin Phil. Mag. and Jour. Sci.*, **2**, 444.
- 1879. Descriptions of some minute hymenopterous insects. — *Linn. Soc. London, Trans. Zool.*, **1**, 583-593.



## DOCUMENTATION

---

### BIBLIOGRAPHIE ÜBER BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LA LUTTE BIOLOGIQUE BIBLIOGRAPHY OF BIOLOGICAL CONTROL

---

#### V

(zusammengestellt von J. M. FRANZ)

Im Rahmen der Arbeiten der Internationalen Kommission für Biologische Bekämpfung (C.I.L.B.) wird hier die fünfte Liste der Publikationen veröffentlicht, die sich mit den Grundlagen und der Anwendung der Methoden der biologischen Bekämpfung von Arthropoden und Unkräutern befassen. Folgende Teile sind bisher erschienen : Teil I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956; Teil II : *ibid.*, 2, 293-311, 1957; Teil III : *ibid.*, 3, 333-364, 1958; Teil IV : *ibid.*, 4, 315-348, 1959.

Die Gruppierung der Arbeiten war im Vorwort zu Teil III erläutert worden und gilt, wie die übrigen Bemerkungen, auch für diesen Teil. Die Transliteration kyrillischer Buchstaben erfolgt wieder nach dem international anerkannten kontinentalen System. Kritische Hinweise, Ergänzungen und Separate sind weiterhin im Interesse einer ständigen Verbesserung dieser Bibliographie erwünscht (1).

Dass der Umfang dieser Bibliographie wieder beträchtlich vergrößert werden konnte, ist vor allem der freundlichen Unterstützung ausländischer Kollegen zu danken, von denen genannt seien die Herren Dr. K. AIZAWA (Tokyo) und Prof. Dr. K. YASUMATSU (Fukuoka) für japanische und Prof. Dr. S. M. GERŠENZON (Kiew) für russische Literatur.

\* \* \*

Herewith, the fifth list of references is published as part of the work of the C.I.L.B. dealing with fundamentals and application of biological control methods against arthropods and weeds. The following parts have already appeared : Part I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956; Part II : *ibid.*, 2, 293-311, 1957; Part III : *ibid.*, 3, 333-364, 1958; Part IV : *ibid.*, 4, 315-348, 1959.

(1) Adresse des Verfassers : Dr. J. M. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61.

The grouping of references has been explained in the preface of part III and applies also, as do the other remarks, to this part.

The transliteration of Cyrillic letters is again prepared in accordance with the internationally accepted continental system. Criticism, supplements, and reprints will be appreciated in order to improve this bibliography permanently (1).

The fact that the number of references has again increased is mainly due to helpful assistance by foreign colleagues of whom the following should particularly be mentioned : Dr. K. AIZAWA (Tokyo) and Dr. K. YASUMATSU (Fukuoka) for Japanese as well as Dr. S. M. GERŠENZON (Kiev) for Russian literature.

\*  
\*  
\*

Dans le cadre des travaux de la Commission internationale de lutte biologique (C.I.L.B.), la cinquième liste de publications concernant les bases et les applications des méthodes de lutte biologique contre les insectes et autres arthropodes et les mauvaises herbes est présentée ici. Les parties suivantes sont déjà parues : Partie I : *Entomophaga*, 1, 107-112, 1956; Partie II : *ibid.*, 2, 293-311, 1957; Partie III : *ibid.*, 3, 333-364, 1958; Partie IV : *ibid.*, 4, 315-348, 1959.

Le regroupement des travaux, exposé dans la préface de la partie III, est toujours en valeur; les autres remarques s'appliquent aussi pour cette partie. La transcription des caractères cyrilliques est de nouveau faite en accord avec le système continental accepté internationalement. Critiques, suppléments et tirés à part sont toujours vivement désirés en vue de l'amélioration constante de cette bibliographie (1).

Le nouvel accroissement du nombre des références est essentiellement dû à la précieuse assistance de collègues étrangers; nous mentionnerons tout particulièrement Dr K. AIZAWA (Tokyo) et Dr K. YASUMATSU (Fukuoka) pour la littérature japonaise ainsi que Dr S. M. GERŠENZON (Kiev) pour la littérature russe.

# 1. ALLGEMEINE ARBEITEN ÜBER DAS GESAMTGEBIET

## 1. TRAVAUX GÉNÉRAUX

### 1. GENERAL PAPERS

- ANDREWARTHA, H. G. & L. C. BIRCH. — 1960. Some recent contributions to the study of the distribution and abundance of insects. — *Ann. Rev. Ent.*, 5, 219-242.  
BALCH, R. E. — 1959. Biological control of insects. — 35th *National Shade Tree Conf. Proc.*, 54-68.  
— 1960. The approach to biological control in forest entomology. — *Canad. Entomologist*, 92, 297-310.

(1) Adresse des Verfassers : Dr. J. M. FRANZ, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, Kranichsteiner Strasse 61.

- 1960. Relationships between chemical and biological control of forest insects. I. General introduction and chemical control. II. Biological control, silvicultural methods and conclusions. — *Pest Technology*, **2**, 156-161, 184-187.
- BOVEY, P. — 1959. Aktuelle Probleme der Schädlingsbekämpfung. — *Schweiz. landw. Monatsh.*, **37**, 325-339.
- BURNETT, T. — 1960. An insect host-parasite population. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 57-75.
- 1960. Interactions in insect populations. — *The American Naturalist*, **94**, 201-211.
- BUTOVITSCH, V. — 1959. Neuere Versuche zur biologischen Bekämpfung von Schadinsekten in Wäldern. — *Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr.*, Stockholm, **57**, 357-366 (Orig. schwedisch).
- CROLIUS, P. C. — 1959. Non-chemical insecticides. — *Farm Chem.*, **122**, 31-32, 34.
- DOMENICHINI, G. — 1959. Succès et insuccès de la lutte biologique en Italie. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 575-578.
- DOWDEN, P. B. — 1959. What about biological control? — *J. Forestry*, **57**, 267-270.
- EBELING, W. — 1959. Subtropical fruit pests. — *Univ. of California, Div. Agric. Sci.*, 436 pp.
- FLANDERS, S. E. — 1959. Biological control. — *J. econ. Ent.*, **52**, 784-785.
- FRANZ, J. — 1959. Die Internationale Kommission für biologische Schädlingsbekämpfung (C.I.L.B.). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 605-609.
- GRISON, P. — 1959. La lutte biologique contre les insectes ravageurs des cultures dans le cadre d'une organisation internationale. — *Congr. mond. speriment. agrar.* (Roma, 1959), 1343-1349.
- HOFFMANN, C. H. — 1959. Biological control of noxious insects, weeds. — *Agric. Chem.*, Baltimore, **14** (3), 47-48, 91; (4) 33-34, 135.
- HOLLING, C. S. — 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. — *Canad. Entomologist*, **91**, 385-398.
- ISLA MARCO, R. — 1959. Notes on the biological control of pests of agriculture in Chile. — *FAO Plant Prot. Bull.*, **8**, 25-30.
- JOHNSTON, C.J.R. — 1958. Biological control of insect pests. — *Austr. Dried Fruit News*, **33** (3), 24-25.
- KALANDRA, A. — 1959. The biological control of forest pests in Czechoslovakia. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 585-587 (Orig. russisch).
- KLOMP, H. — 1960. Das mathematische Modell für Konkurrenz von Lotka und Volterra. — *Vakblad voor Biologen* (1), 3-15 (Orig. niederländisch).
- KOEHLER, W. — 1959. Possibilities of taking advantage of the biological method for control purposes in forestry. — *Sylwan*, **103**, 73-79 (Orig. polnisch).
- 1959. Ausnutzungsmöglichkeiten der biologischen Pflanzenschutzmethode im Forstwesen. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 405-413.
- 1959. International Conference of Insect Pathology and Biological Control, Prague, 13th - 18th August 1958. — *Sylwan*, **103**, 73-77 (Orig. polnisch).
- LIONNET, J. F. G. — 1959. A review of the biological control of agricultural pests in the Seychelles. — *East Afr. Agric. J.*, **24**, 254-256.
- LÖHRL, H. — 1958. Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Schweiz. Naturschutz*, **24**, 15-20.
- MARGHERITIS, A. E. — 1958. La lucha biologica en los insectos. — *Bolsa de Com. de Rosario*, **46** (1124), 5.
- MILNE, A. — 1959. A controversial equation in population ecology. — *Nature*, **184**, 1582.
- 1959. Weather, enemies and natural control of insect populations. — *J. econ. Ent.*, **52**, 532-533.
- MORRIS, R. F. — 1959. Single-factor analysis in population dynamics. — *Ecology*, **40**, 580-588.

- NIKLAS, O. F. — 1959. Ökologische Probleme in der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Naturwiss. Verein Darmstadt, Bericht 1958-1959*, 23-35.
- PETERSEN, G. — 1960. Chemische und biologische Schädlingsbekämpfung. — *Wissenschaft u. Fortschritt*, **10**, 65-69.
- PREBBLE, M. L. — 1960. Biological control in forest entomology. — *Bull. Ent. Soc. Amer.*, **6**, 6-8.
- RUBCOV, I. — 1958. Conference on problems of biological pest control methods 19-21 March 1957. — *Rev. Ent. URSS*, **37**, 212-216 (Orig. russisch).
- SACHTLEBEN, H. — 1959. Biologische Schädlingsbekämpfung. — *Dtsch. Akad. Landw. wiss. Berlin (Sitzungsber.)*, **8** (8), 1-33.
- SANDNER, H. — 1959. Der Stand und die Perspektiven der Forschungen auf dem Gebiete des biologischen Kampfes mit den landwirtschaftlichen Schädlingen in Polen. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 579-583.
- 1959. Present position, future prospects and trends of development of biological pest control. — *Ekol. Polska, Ser. B.*, **5**, 3-22.
- SCHMIDT, H. W. — 1958. Biologische Bekämpfung forstschädlicher Schmetterlinge. — *Prakt. Forstwirt*, Schweiz, **94**, 184-188.
- SIMMONDS, F. J. — 1959. Mutual cooperation. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 601-604.
- 1959. Biological control - past, present and future. — *J. econ. Ent.*, **52**, 1099-1102.
- STEFANOV, D. — 1959. Actual state and goals of the biological control in Bulgaria. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958) 573-574 (Orig. russisch).
- STERN, V. M., R. F. SMITH, R. van den BOSCH & K. S. HAGEN. — 1959. The integrated control concept. — *Hilgardia*, Berkeley, **29**, 81-101.
- ŠUTOVA, N. N. — 1959. Der Stand der Arbeiten über die biologische Bekämpfung von Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturen ausserhalb Russlands. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 207-212 (Orig. russisch).
- TADIĆ, M. — 1958. Possibilities and prospects of the biological control in Yugoslavia. — *Plant Prot. Beograd* (49-50), 193-199 (Orig. serbo-kroatisch).
- TELENGA, N. A. — 1959. Neue aktuelle Probleme der biologischen Bekämpfungsmethode gegen Schädlinge von landwirtschaftlichen Kulturen und Waldanpflanzungen. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 147-158 (Orig. russisch).
- TINBERGEN, L. & H. KLOMP. — 1960. The natural control of insects in pinewoods. II. Conditions for damping of Nicholson oscillations in parasite-host systems. — *Arch. Néerland. Zool.*, **13**, 344-379.
- VARLEY, G. C. — 1959. The biological control of agricultural pests. — *J. R. Soc. Arts*, London, **107** (5035), 475-490.
- WEISER, J. & A. HUBA. — 1959. Zur Frage der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 597-599.
- WELLENSTEIN, G. — 1959. Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Krankheitserregern, Nutzinsekten und Vögeln im praktischen Forstschutz. — *Forstwiss. Zentralbl.*, **78**, 150-166.
- WELLINGTON, W. G. — 1960. Qualitative changes in natural population during changes in abundance. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 289-314.
- WILLE, J. E. — 1958. El control biológico de los insectos. — *Programa Coop. de Exp. Agropecuaria B. Trimes de Exp. Agropecuaria*, **7** (4), 6-11.
- 1959. El control biológico de los insectos agrícolas en el Peru. — *Informe mensual Estac. ep. agric. La Molina* (Peru, Lima), **33** (379), 10-15.
- WILSON, F. — 1960. A review of the biological control of insects and weeds in Australia and Australian New Guinea. — *Techn. Communic. No. 1, CIBC*, Ottawa, Canada. *Commonw. Agric. Bur.*, Farnham Royal, Bucks., England, 104 pp.



2. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN
2. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES
2. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS

- ALAM, S. M. — 1958. The life-history in the field and the anatomy of fully-grown larva of *Thomsonisca britanica* ALAM - an endoparasite of *Chionaspis salicis* L. — *Ztschr. Parasitenkunde*, **18**, 395-402.
- ARTHUR, A. P. & H. G. WYLIE. — 1959. Effects of host size on sex ratio, development time and size of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Entomophaga*, **4**, 297-301.
- AYRE, G. L. — 1959. Food habits of *Formica subnitens* Creighton (Hymenoptera: Formicidae) at Westbank, British Columbia (I). — *Ins. Sociaux*, **6**, 105-114.
- BAGGINI, A., M. PAVAN, G. RONCHETTI & M. L. VALCURONE. — 1959. Primi cenni sui risultati del censimento in corso delle formiche del gruppo « *Formica rufa* » sulle alpi Italiane. — *Not. Forest. Mont.* (68), 1914-1916.
- BALDUF, W. V. — 1959. Obligatory and facultative insects in rose hips. Their recognition and bionomics. — *Illinois biol. Monogr.* (26), 194 pp.
- BANKS, C. J. — 1959. Experiments with suction traps to assess the abundance of *Syrphidae* (Diptera), with special reference to aphidophagous species. — *Ent. exp., appl.*, **2**, 110-124.
- BAUER, R. — 1959. Untersuchungen über die Parasitierung von *Hyponomeuta evonymella* L. — *Zool. Anz.*, **163**, 123-128.
- BEGIJAROV, G. A. — 1959. Die Biologie der Milbenfamilie *Phytoseiidae*, Räuber der tetranychiden Obstmilben. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 14-32 (Orig. russisch).
- BIBBY, F. F. & D. M. TUTTLE. — 1959. Notes on phytophagous and predatory mites of Arizona. — *J. econ. Ent.*, **52**, 186-190.
- BILIOTTI, E. — 1958. Réaction de l'hôte au parasitisme par les larves de Tachinaires. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **247**, 1241-1243.
- BLAIS, J. R. — 1959. Incidence of overwintering parasites in post-outbreak populations of the spruce budworm in Gaspé. — *Canada Sci. Serv., Div. For. Biol., Bi-monthly Progr. Rept.*, **15** (6), 1-2.
- 1960. Spruce budworm parasite investigations in the Lower St. Lawrence and Gaspé regions of Quebec. — *Canad. Entomologist*, **92**, 384-396.
- BLANCHARD, E. E. — 1958. Tres dipteros parasitos del bicho quemador (Dipt., Exoristidae). — *Ann. Soc. Cien. Argentina*, **166**, 35-40.
- BOGAVAC, M. — 1958. Autochthonous parasites of the fall webworm and their role on the dynamism of the population of this pest. — *Plant. Prot. Beograd* (46), 75-81 (Orig. serbo-kroatisch).
- BOGUŠ, P. P. — 1957. Parasites of the cotton bollworm, *Chloridea obsoleta* F., reared in Turkmenia. — *Rev. Ent. URSS*, **36**, 98-107 (Orig. russisch).
- BORG, Å. — 1959. Eine starke Parasitierung der Marienkäfer. — *Växtskydds-Notiser*, **23**, 90-91 (Orig. schwedisch).
- BORSTEL, C. R. von. — 1960. Population control by release of irradiated males. — *Science*, **131**, 878, 880-882.
- BRONSKILL, J. F. — 1959. Embryology of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). — *Canad. J. Zool.*, **37**, 655-688.
- BROWN, E. S. — 1959. Immature nutfall of coconuts in the Solomon Islands. II. Changes in ant populations, and their relation to vegetation. III. Notes on the life-history and biology of *Amblyopelta*. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 523-558, 559-566.

- BUCKNER, C. H. — 1959. Mortality of cocoons of the larch sawfly, *Pristiphora erichsonii* (HTG.), in relation to distance from small-mammal tunnels. — *Canad. Entomologist*, **91**, 535-542.
- 1959. The assessment of larch sawfly cocoon predation by small mammals. — *Canad. Entomologist*, **91**, 275-282.
- BUGBEE, R. E. — 1958. A new species of *Eurytoma* ILLIGER, parasitic on the Nantucket pine moth, *Rhyacionia frustrana* (COMSTOCK) and the European pine shoot moth, *R. buoliana* (SCHIFFERMÜLLER) (Hymenoptera: Eurytomidae; Lepidoptera: Olethreutidae). — *J. Kans. ent. Soc.*, **31**, 197-200.
- BURNETT, Th. — 1960. An insect host-parasite population. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 57-75.
- BUTLER, G. D. & H. L. HANSEN. — 1958. The parasites of the clover seed chalcid (*Bruchophagus gibbus*) in the United States (Hymenoptera: Chalcidoidea). — *Pan Pacific Ent.*, **34**, 223-229.
- CAN, E. — 1960. Laboratoriums-Untersuchungen zum Vermehrungspotential von *Hadronotus carinatus* MASNER i.l. (*Proct. Telen.*). — *Ztschr. angew. Ent.*, **45**, 441-444.
- ČAPEK, M. — 1960. Verzeichnis der Parasiten, die aus schädlichen Insekten an VÚLH in Banská Štiavnica erzogen wurden. Teil I. Wirte der Brackwespen — *Braconidae* (Hymenoptera). — *Vedecké Práce Výskumn. Ústavu Lesn. Hospod. Banskej Štiavnici*, **1**, 199-212. (Orig. tschechisch).
- CAROLIN, V. M. & W. K. COULTER. — 1959. The occurrence of insect parasites of *Choristoneura fumiferana* (CLEM.), in Oregon. — *J. econ. Ent.*, **52**, 550-555.
- CHANT, D. A. — 1959. Observations sur la famille des *Phytoseiidae*. — *Acarologia*, **1**, 11-22.
- 1959. Phytoseiid mites (*Acarina: Phytoseiidae*). Part I. Bionomics of seven species in Southeastern England. Part II. A taxonomic review of the family *Phytoseiidae*, with descriptions of 38 new species. — *Canad. Entomologist*, **91** (Suppl. 12), 164 pp.
- CHANT, D. A. & C. A. FLESCNER. — 1960. Some observations on the ecology of phytoseiid mites (*Acarina: Phytoseiidae*) in California. — *Entomophaga*, **5**, 131-139.
- CHAPMAN, R. F. — 1959. Some observations on *Pachyophthalmus africa* CURRAN (Diptera: Calliphoridae), a parasite of *Eumenes maxillosus* DE GEER (Hymenoptera: Eumenidae). — *Proc. R. ent. Soc., London, Ser. A. Gen. Ent.*, **34** (1/2), 1-6.
- CHATTERJI, S. & G. W. RAHALKAR. — 1959. Biological notes on *Microphanurus* sp., a scelionid egg parasite of *Eurydema* sp. (*Pentatomidae: Heteroptera*). — *Indian J. Ent.*, **20**, 162-163.
- CLANCY, D. W. & M. H. MUMA. — 1959. Purple scale parasite found in Florida. — *J. econ. Ent.*, **52**, 1025-1026.
- CLARIDGE, M. F. — 1958. A further record, with a note on the biology, of *Merisus splendidus* WALKER (Hym., Pteromalidae), *Opius caelatus* HAL. (Hym., Braconidae) and *Lamprotatus splendens* WESTW. (Hym., Pteromalidae) parasites of *Pegomyia* (i. e. *Pegomya*) *nigritarsis* (ZETT.) (Dipt., Anthomyiidae). — *Ent's mon. Mag.*, London, **94**, 227.
- COLE, L. R. — 1957/1958. The biology of four species of *Ichneumonidae* parasitic on *Tortrix viridana* L. — *Proc. R. ent. Soc., London, Ser. C*, **22** (9), 48-49.
- COMMONWEALTH INSTITUTE OF BIOLOGICAL CONTROL. — 1958. A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Section 2. Host parasite catalogue, part 4-5; part 4 (Hosts of the Hymenoptera (*Ichneumonidae*); part 5 (Hosts of the Hymenoptera (*Microgasteridae* to *Trigonalidae*, *Lepidoptera*, and *Strepsiptera*). — Ottawa.
- CONRAD, M. S. — 1959. The spotted lady beetle, *Coleomegilla maculata* (DE GEER), as a predator of European corn borer eggs. — *J. econ. Ent.*, **52**, 843-847.
- COPPEL, H. C., H. L. HOUSE & M. G. MAW. — 1959. Studies on dipterous parasites of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.) (*Lepidoptera: Tortricidae*). VII. *Agria affinis* (FALL.) (*Diptera: Sarcophagidae*). — *Canad. J. Zool.*, **37**, 817-830.

- COUTIN, R. & A. COLOMBIN. — 1960. Les principaux parasites de *Laspeyresia pomonella* L. dans le Bassin parisien. — *Rev. Path. vég., Ent. agric. France*, **39**, 35-45.
- ČUMAKOVA, B. M. — 1959. Faktoren, welche die Wirksamkeit des Parasiten *Aphytis proclia* WLK. der San-José-Schildlaus bedingen. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij.* (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 174-181 (Orig. russisch).
- DAS, G. M. — 1959. Observations on the association of ants with Coccids of tea. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 437-448.
- DE BACH, P. — 1959. New species and strains of *Aphytis* (Hymenoptera, Eulophidae) parasitic on the California red scale, *Aonidiella aurantii* (MASK.), in the Orient. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **52**, 354-362.
- DELFINADO, M. A. — 1959. A survey of rice stem borer parasites in Rizal, Laguna and Pangasinan. — *Philipp. Agriculturist*, **42**, 345-357.
- DIXON, T. J. — 1959. Studies on oviposition behaviour of *Syrphidae* (Diptera). — *Trans. R. ent. Soc. London*, **111** (3), 57-80.
- DONNELLY, J. — 1960. The effect of gamma radiation on the viability and fertility of *Lucilia sericata* MG. (Dipt.) irradiated as pupae. — *Ent. exp., appl.*, **3** (1), 48-58.
- DOUTT, R. L. — 1959. Distribution of eggs by *Microbracon* (i.e. *Bracon hebetor*) (Hymenoptera, Braconidae). — *Ecology*, **40**, 302-303.
- DOWNES, J. A. — 1959. The gypsy moth and some possibilities of the control of insects by genetical means. — *Canad. Entomologist*, **91**, 661-664.
- DUŠEK, J. & J. KRISTEK. — 1959. Zum Auftreten und zur Bionomie der Syrphidenlarven (*Syrphidae*, Dipt.) in den Cecidien der Pappelblattläuse. — *Zool. Listy*, **8**, 299-308 (Orig. tschechisch).
- DUNN, J. A. — 1960. The natural enemies of the lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius* (L.). — *Bull. ent. Res.*, **51**, 271-278.
- EVANS, H. E. — 1959. Prey records for some Midwestern and Southwestern spider wasps (Hymenoptera: Pompilidae). — *J. Kans. ent. Soc.*, **32**, 75-76.
- EVENHUIS, H. H. — 1959. *Cnemodon vitripennis* (MEIG.) as a predator of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (HAUSM.). — *Ent. Ber.*, Amsterdam, **19**, 238-240 (Orig. niederländisch).
- FANKHÄNEL, H. — 1958. Die wichtigsten blattfressenden Eichenschädlinge und deren Parasiten in der DDR. — *Forst und Jagd*, **8**, 87-88.
- FINLAYSON, T. — 1960. Taxonomy of cocoons and puparia, and their contents, of Canadian parasites of *Neodiprion sertifer* (GEOFF.) (Hymenoptera: Diprionidae). — *Canad. Entomologist*, **92**, 20-47.
- FISHER, R. C. — 1959. Life history and ecology of *Horogenes chrysostictos* GMELIN (Hymenoptera, Ichneumonidae), a parasite of *Ephestia sericarium* SCOTT (Lepidoptera, Phycitidae). — *Canad. J. Zool.*, **37**, 429-446.
- FISHER, T. W. — 1959. Use of flashed opal glass for detecting parasitized coccids. — *J. econ. Ent.*, **52**, 782.
- FLANDERS, S. E. — 1959. Differential host relations of the sexes in parasitic Hymenoptera. — *Ent. exp., appl.*, **2**, 125-142.
- FLANDERS, S. E. & T. W. FISHER. — 1959. The economic effect of aphidophagous insects on citrus in South China. — *J. econ. Ent.*, **52**, 536-537.
- FLESCNER, C. A. — 1958. The effect of orchard dust on the biological control of avocado pests. — *Yearb. Calif. Avocado Soc.*, **42**, 94-98.
- FRANZ, J. — 1959. Ökologische Beobachtungen an Tannennäusen - eine Erwiderung. — *Ztschr. angew. Ent.*, **44**, 310-313.
- 1960. Die sommerliche Entwicklungsruhe und der Räuberfrass bei Tannennastmännchen (Erwiderung auf eine Arbeit von E. MERKER). — *Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol., Geogr. Tiere*, **87**, 283-300.
- FREDIANI, D. — 1957. Note sulla *Thyraella collaris* GRAV. (Hymenoptera Ichneumonidae) parassita dell' *Acrolepia assectella* ZELL. in Toscana. — *Boll. Lab. Ent. Agr. «Filippo Silvestri»*, Portici, **15**, 231-245.



- FROHNE, W. C. — 1959. Predation of dance flies (*Diptera: Empididae*) upon mosquitoes in Alaska, with especial reference to swarming. — *Mosquito News*, **19**, 7-11.
- FUKUSHIMA, S. — 1959. Fluctuation of populations caused by the interactions between *Eriosoma lanigerum* and *Aphelinus mali*. — *Rep. Soc. Plant Prot. N. Japan*, **10**, 125-126 (Orig. japanisch).
- FULMEK, L. — 1959. Die Feindinsekten der Mottenschildläuse (Parasiten und Räuber der *Aleyrodidae - Homoptera*). — *Polskie Pismo ent. (Bull. ent. Pologne)*, Lwów, **29**, (5), 107-130.
- FURMAN, D. P., R. D. YOUNG & E. P. CATTS. — 1959. *Hermetia illucens* (LINNAEUS) as a factor in the natural control of *Musca domestica* LINNAEUS. — *J. econ. Ent.*, **52**, 917-921.
- GAUSS, R. — 1959. Zum Parasitismus der Fächerflügler (*Strepsiptera*). — *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F.*, **7**, 331-347.
- GERIG, L. — 1960. Zur Morphologie der Larvenstadien einiger parasitischer Hymenopteren des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* HÜBNER). — *Ztschr. angew. Ent.*, **46**, 121-176.
- GODAN, D. — 1959. *Mymar autumnalis* (FOERST.) (*Anaphes autumnalis* FOERST.) (*Chalcidoidea, Mymar.*), ein bisher unbekannter Eiparasit des Kohlschotenrüsslers. — *Nachr. bl. dtsh. Pflschutzd.*, Braunschweig, **11**, 161-164.
- GÖSSWALD, K. & W. KLOFT. — 1960. Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen an Waldameisen. — *Entomophaga*, **5**, 33-41.  
— 1960. Neuere Untersuchungen über die sozialen Wechselbeziehungen im Ameisenvolk, durchgeführt mit Radio-Isotopen. — *Zool. Beitr., N. F.*, **5**, 519-556.
- GÖSSWALD, K. & G. SCHMIDT. — 1959. Zur morphologischen und biochemischen Differenzierung der Waldameisen (*Hym. Form., Gen. Formica*) und ihrer waldhygienischen Bedeutung. — *Waldhygiene*, **3**, 37-46.
- GREATHEAD, D. J. — 1958. Notes on the life history of *Symmictus flavopilosus* BIGOT (*Diptera: Nemestrinidae*) as a parasite of *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL) (*Orthoptera: Acrididae*). — *Proc. R. ent. Soc.*, London, **33**, 107-119.  
— 1958. Notes on the larva and life history of *Cyrtotonotus cuthbertsoni* DUDA (*Dipt. Drosophilidae*), a fly associated with the desert locust *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL). — *Ent's mon. Mag.*, London, **94** (1125), 36-37.
- GRIFFITHS, D. C. — 1960. The behaviour and specificity of *Monoctonus paludum* MARSHALL (*Hym. Braconidae*), a parasite of *Nasonovia ribis-nigri* (MOSLEY) on lettuce. — *Bull. ent. Res.*, **51**, 303-319.  
— 1960. Immunity of aphids to insect parasites. — *Nature*, London, **187**, 346.
- GRIFFITHS, K. J. — 1959. Observations on the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.), and its parasites in southern Ontario. — *Canad. Entomologist*, **91**, 501-512.
- GUPPY, J. C. — 1959. Four *Hymenoptera* newly recorded as parasites of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (HAW.) (*Lepidoptera: Noctuidae*). — *Canad. Entomologist*, **91**, 426-427.
- GYÖRFI, J. — 1958. Data on the hosts of the typical *Ichneumon* flies (Fam. *Ichneumonidae*). — *Erdészettudom. Közlem.*, **1**, 119-131 (Orig. ungarisch).  
— 1959. Neuere Beiträge zur Kenntnis der Wirte der Braconiden. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 140-143.
- HARCOURT, D. G. — 1960. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (CURT.) (*Lepidoptera: Plutellidae*), in eastern Ontario. III. Natural enemies. — *Canad. Entomologist*, **92**, 419-428.
- HERBERT, H. J. — 1959. Note on feeding ranges of six species of predaceous mites (*Acarina: Phytoseiidae*) in the laboratory. — *Canad. Entomologist*, **91**, 812.
- HITCHCOCK, S. W. — 1959. Number of fall generations of *Oencyrtus kuwanae* (HOW.) in gypsy moth eggs. — *J. econ. Ent.*, **52**, 764-765.
- HODEK, I. — 1959. Ecology of aphidophagous *Coccinellidae*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 543-547.  
— 1960. Hibernation-bionomics in *Coccinellidae* (6th contribution to the ecology of *Coccinellidae*). — *Acta Soc. Ent. Čechosl.*, **57**, 1-20 (Orig. tschechisch).



- HODEK, I., J. HOLMAN, P. STARÝ & P. ŠTYS. — 1959. Natural enemies of the bean aphid (*Aphis fabae* scop.) in Czechoslovakia. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 553-557.
- HOUSE, H. L. — 1959. Nutrition of the parasitoid *Pseudosarcophaga affinis* FALL. and of other insects. — *Ann. New York Acad. Sci.*, **77**, 394-405.
- INOUE, M. & A. NOBUCHI. — 1959. Studies on the natural enemies of the bark beetles and borers (1). — *Rep. Hokkaido Branch, Governm. Forest Exp. Sta., Spec. Rep.*, **8**, 190-204 (Orig. japanisch).  
— 1959. Studies on the natural enemies of the bark beetles and borers (II). — *Bull. Forest Exp. Stat., Tokyo-Fu*, **111**, 35-42 (Orig. japanisch).
- IVANOVA-KAZAS, O. M. — 1958. Biology and embryonic development of *Eurytoma aniculata* RATZ. (*Hymenoptera, Eurytomidae*). — *Rev. Ent. URSS*, **37**, 5-23 (Orig. russisch).  
— 1960. Embryologische Entwicklung von *Angitia vestigialis* RATZ. (*Hymenoptera, Ichneumonidae*) — des Endoparasiten von *Pontania capreae* L. (*Hymenoptera, Tenthredinidae*). — *Rev. Ent. URSS*, **39**, 284-295 (Orig. russisch).
- IVES, W. G. H. & R. M. PRENTICE. — 1959. Estimation of parasitism of larch sawfly cocoons by *Bessa harveyi* TNSD. in survey collections. — *Canad. Entomologist*, **91**, 496-500.
- IWATA, K. — 1958. Biology of an apterous ichneumon, *Gelis asozanus* (UCHIDA), used as an ectoparasitoid of *Chlamisus spilotata* BALY. — *Mushi*, **32**, 101-107.  
— 1959. The comparative anatomy of the ovary in *Hymenoptera*. Part III. *Braconidae* (including *Aphidiidae*) with descriptions of ovarian eggs. — *Kontyû*, **27**, 231-238.  
— 1959. The comparative anatomy of the ovary in *Hymenoptera*. Part IV. *Proctotrupeoidea* and *Agriotypidae* (*Ichneumonidea*) of ovarian eggs. — *Kontyû*, **27**, 18-20.  
— 1960. Phenological observation on the Japanese *Ichneumon* flies with special reference to their fecundity (*Hymenoptera*). — *Mushi*, **33**, 39-46.  
— 1960. The comparative anatomy of the ovary in *Hymenoptera*. Supplement on *Aculeata* with descriptions of ovarian eggs of certain species. — *Acta Hymenopterologica*, **1**, 205-211.  
— 1960. The comparative anatomy of the ovary in *Hymenoptera*. Part V. *Ichneumonidae*. — *Acta Hymenopterologica*, **1**, 115-169.
- JACHONTOV, V. V. — 1959. Possible increase of vitality in local entomophagous insects by intraspecific hybridization. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 455-479. (Orig. russisch).
- JAFAEVA, Z. S. — 1959. Die natürlichen Feinde und ihre Rolle bei der zahlenmässigen Reduktion des Schwammspinners in Baškirien. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 223-229 (Orig. russisch).
- JAMES, H. G. — 1959. Egg development, hatching, and prey taken by the European mantis, *Mantis religiosa* L., in several habitats. — *Rep. ent. Soc. Ontario* (1958), **89**, 50-55.
- JAMNICKÝ, J. — 1959. Beitrag zur Kenntnis der Parasiten der Braconiden *Coeloides melanotus* WESM. und *C. filiformis* RATZ. (*Braconidae, Hym.*). — *Biologja Bratislava*, **14**, 814-820. (Orig. tschechisch).
- JANSSEN, M. — 1960. Beitrag zur Kenntnis der Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **67**, 19-24.
- JIMÉNEZ J. E. — 1958. El *Syntomophyrum indicum*, un enemigo mortal de la mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* LOWE). — *Chapingo*, **11** (72), 174-177.
- JOHNSON, B. — 1959. Effect of parasitization by *Aphidius platensis* Brèthes on the developmental physiology of its host, *Aphis craccivora* KOCH. — *Ent. exp., appl.*, **2**, 82-99.
- JUDD, W. W. — 1959. *Hymenoptera* reared from the mossy rose gall caused by *Diplolepis rosae* (L.) (*Hymenoptera: Cynipidae*). — *Canad. Entomologist*, **91**, 727-730.

- JUILLET, J. A. — 1959. Morphology of immature stages, life-history, and behaviour of three hymenopterous parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.) (*Lepidoptera: Olethreutidae*). — *Canad. Entomologist*, **91**, 709-719.
- 1960. Immature stages, life histories, and behaviour of two hymenopterous parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.) (*Lepidoptera: Olethreutidae*). — *Canad. Entomologist*, **92**, 342-346.
- KAMIYA, H. — 1959. On the food habits of some predatory *Coccinellidae*. — *Proc. Assoc. Plant Prot. Kyushu*, **5**, 66-67 (Orig. japanisch).
- KAYASHIMA, I. — 1959. Studies on *Misumena tricuspidata* as a natural enemy of *Contarinia inouyei*. 4th rep. — *Proc. Assoc. Plant Prot. Kyushu*, **5**, 71-72 (Orig. japanisch).
- KEY, K. H. L. & I. F. B. COMMON. — 1959. Observations on the ecology of the clothes moths *Tineola bisselliella* (HUMM.) and *Tinea pellionella* L. in a bulk wool store. — *Austr. J. Zool.*, **7**, 39-77.
- KINEL, L. — 1959. The why and how of ladybugs. — *Org. Gard. & Farming*, **6** (4), 50-52.
- KLOFT, W. — 1960. Die Trophobiose zwischen Waldameisen und Pflanzenläusen mit Untersuchungen über die Wechselwirkungen zwischen Pflanzenläusen und Pflanzengeweben. — *Entomophaga*, **5**, 43-54.
- KNIPLING, E. F. — 1960. Use of insects for their own destruction. — *J. econ. Ent.*, **53**, 415-420.
- KOLUBAIV, S. — 1959. Parasitism of dangerous forest pests in Czechoslovakia (1929-1958). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 549-552 (Orig. russisch).
- 1959. Versuche mit künstlicher Zucht einer *Trichogramma*-Art aus schädlichen Forstinsekten. — *Sbornik českosl. Akad. Zeměd. Ved.*, **32**, 1057-1070. (Orig. tschechisch).
- KUDEL', K. A. — 1959. Die Rolle der Entomophagen bei der zahlenmässigen Begrenzung der Obstwickler in Gärten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 171-184 (Orig. russisch).
- 1959. Über eine Massenvermehrung des Roten Knospenwicklers in Gärten des Winnica-Gebietes bei oftmaliger DDT-Spritzung. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 61-69 (Orig. russisch).
- KÜHLHORN, F. — 1959. Untersuchungen über die Raumfauna. Faltenwespen (*Hymenoptera, Vespidae*) als Dipterenfeinde in Viehställen. — *Nachbl. Bayer. Ent.*, **8**, 111, 123-127.
- LABEYRIE, V. — 1958. Facteurs conditionnant la ponte de *Microgaster globatus* NEES. (*Hym. Braconidae*). — *Bull. Soc. ent. France*, **63**, 62-66.
- 1959. Sur le processus d'élimination des *Diadromus varicolor* WSM. (Ins. Hymenoptère), en surnombre dans les chrysalides d'*Acrolepia assectella* ZELL. (Ins. Lépidoptère). — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **248**, 845-848.
- 1960. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'insectes I. — Influence stimulatrice de l'hôte *Acrolepia assectella* Z. sur la multiplication d'un hyménoptère *Ichneumonidae* (*Diadromus* sp.). — *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris*, Série A, n° 3.407, 1-193.
- 1960. — *Entomophaga, Mémoire* (1), 1-193.
- 1960. *Diadromus pulchellus* WSM., matériel d'étude pratique pour des recherches sur la biologie des hyménoptères parasites. — *Rev. Path. vég., Ent. agric. France*, **39**, 13-17.
- LAMPF, G. — 1959. Über die Entstehung von Riesenzellen im Abdomen von Pemphiginen bei Schlupfwespenbefall. — *Ztschr. angew. Ent.*, **45**, 204-211.
- LANGE, R. — 1960. Modellversuche über den Nahrungsbedarf von Völkern der Kahlrückigen Waldameise *Formica polyctena* FÖRST. — *Ztschr. angew. Ent.*, **46**, 200-208.
- LE FAUCHEUX, M. — 1958. La capture des proies par la larve d'*Euroleon nostras* FOURCROY (insecte névroptère). — *Bull. biol. France, Belg.*, Paris, **92**, 233-239.

- LEIUS, K. — 1960. Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasites. — *Canad. Entomologist*, **92**, 269-376.
- LEMARIE, J. — 1959. Beitrag zur Kenntnis der Parasiten der Kiefernknospen-triebmotte *Exoteleia* (Heringia) *dodecella* L. Teil 2 : Ichneumonidae, Braconidae und Larvaevoridae. — *Zool. Listy*, **8**, 309-314.
- 1959. Erster Beitrag zur Kenntnis der Parasiten von *Exoteleia dodecella* L. (Hymenoptera: Chalcidoidea; Proctotrupeoidea; Bethyloidea). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 805-809.
- LIEBERMANN, J. — 1959. Hay que salvar los insectos utiles. — *An. Soc. Rur. Argentina*, **93**, 15-16.
- LINSLEY, E. G. & J. W. MACSWAIN. — 1957. Observations on the habits of *Stylops pacifica* BOHART. — *Univ. Calif. Publ. Ent.*, **11**, 395-430.
- MACKAUER, M. — 1959. Histologische Untersuchungen an parasitierten Blattläusen. — *Ztschr. Parasitenkunde*, **19**, 322-352.
- MANIER, J. F. — 1958. Réactions pathologiques à la présence d'hyménoptères parasites dans la cavité générale de larves de lépidoptères (les tératocytes). — *Bull. biol. France, Belg.*, Paris, **92**, 24-35.
- MASLENNIKOVA, V. A. — 1959. The relationship of the seasonal development of *Apanteles glomeratus* L. (Hymenoptera, Braconidae) to that of its host *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera, Pieridae) in different geographical populations. — *Rev. Ent. URSS*, **38**, 517-522 (Orig. russisch).
- MATHYS, G. & Y. TENCALLA. — 1959. Note préliminaire sur la biologie et la valeur prédatrice de *Proctolaelaps hypudaei* OUDMS. (Acarien, Mesostigmata, Acosejidae). — *Annuaire agric. Suisse*, **60**, 645-654.
- MATVEEVA, M. I. — 1959. Der Einfluss der Imaginalernährung auf die Entwicklung der Gonaden bei verschiedenen Typen von Schlupfwespen. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ, & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 85-91 (Orig. russisch).
- 1959. Zusatzernährung erwachsener Schlupfwespen und ihr Fruchtbarkeitspotential. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 92-100 (Orig. russisch).
- MCGUGAN, B. M. & J. R. BLAIS. — 1959. Spruce budworm parasite studies in north-western Ontario. — *Canad. Entomologist*, **91**, 758-783.
- McINTYRE, T. — 1960. Natural factors control the pine tortoise scale in the Northeast. — *J. econ. Ent.*, **53**, 325.
- MERTON, L. F. H. — 1959. Studies in the ecology of the Moroccan locust (*Dociosaurus maroccanus* THUNBERG) in Cyprus. — *Anti-Locust Bull.* No. 34, 123 pp., London.
- MICZULSKI, B. — 1959. Contributions to the knowledge of insects parasitizing pupae of *Aporia crataegi* (L.). — *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, Lublin-Polonia, **C**, **13**, 131-141 (1958). (Orig. polnisch).
- MIJIN, K. — 1959. Competitive relations between *Dahlbominus fuscipennis* ZETT. and *Habrocytus* sp. as parasites of *Diprion pini* L. — *Plant Prot. Beograd*, (51), 39-45. (Orig. serbo-kroatisch).
- MILLER, C. A. — 1959. The interaction of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (CLEM.), and the parasite *Apanteles fumiferanae* VIER. — *Canad. Entomologist*, **91**, 457-477.
- MILLER, W. E. — 1959. Preliminary study of European pine shoot moth parasitism in lower Michigan. — *J. econ. Ent.*, **52**, 768-769.
- MINDER, I. F. — 1959. The leaf-rollers (Lepidoptera, Tortricidae) injurious to fruit crops in the flood-plain of the Oka river. — *Rev. Ent. URSS*, **38**, 98-110 (Orig. russisch).
- MUIR, R. C. & R. G. GAMBRILL. — 1960. A note in the knock-down method for estimating numbers of insect predators on fruit trees. — *47. Ann. Rep. East Malling Res. Stat.* (1959), 109-111.
- MÜLLER, H. — 1960. Der Honigtau als Nahrung der hügelbauenden Waldameisen. — *Entomophaga*, **5**, 55-75.

- MUNCHBERG, P. — 1958. Zur Infektion, Wirtswahl, Zoogeographie und angewandten Bedeutung des Parasitismus der Wassermilben-Larven (*Hydrachnellae*, *Acarí*) an Luftinsekten. — *Zool. Anz.*, **161**, 115-125.
- MURAI, S. — 1959. Studies on the egg parasites of the rice grasshoppers, *Oryza japonica* WILLEMSSE and *O. velox* FABRICIUS. — *Bull. Yamagata Univ. (Agric. Sci.)* **3**, VI., 65-72, 1959; VII. *ibid.* 73-79, 1959; VIII. *ibid.* 81-94, 1959; IX. *ibid.* 95-100, 1959; X. *ibid.* 101-105, 1959; XI. *ibid.* 311-317, 1960; XII. *ibid.* 319-322, 1960.
- NARAYANAN, E. S., R. LAL, G. W. RAHALKAR, G. R. SETHI & P. N. SAXENA. — 1959. Labelling of adults of an insect parasite *Bracon gelechiae* ASHMEAD with radioactive phosphorus. — *Proc. Indian Acad. Sci.*, B **49**, 149-155.
- NARAYANAN, E. S., B. R. SUBBA RAO & R. B. KAUR. — 1959. Host selection and oviposition response in *Apanteles angaleti* MUESEBECK (*Braconidae: Hymenoptera*). — *Proc. Indian Acad. Sci.*, B **49**, 139-147.
- NAITO, A. & K. OSAKA. — 1959. Occurrence of the soy been pod gall midge and its hymenopterous parasites in Kanto district, and notes on the parasites. — *Jap. J. appl. Ent. and Zool.*, **3** (2), 91-98.
- NEUNZIG, H. H. & G. G. GYRISCO. — 1959. Parasites associated with seed chalcids infesting alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil seed in New York. — *J. econ. Ent.*, **52**, 898-901.
- NIELSON, M. W. & W. E. CURRIE. — 1960. Biology of the convergent lady beetle when fed a spotted alfalfa aphid diet. — *J. econ. Ent.*, **53**, 257-259.
- NONVEILLER, G. — 1959. Les prédateurs des pontes de *Lymantria dispar* L. constatés en Yougoslavie au cours de sa gradation de 1945-1950. — *Plant Prot. Beograd*, (52-53), 15-35 (Orig. serbo-kroatisch).
- NUORTEVA, M. — 1959. Untersuchungen über einige in den Frassbildern der Borkenkäfer lebende *Medetera*-Arten (*Dipt.*, *Dolichopodidae*). — *Suomen Hyönteistiet. Aikakausk. (Ann. ent. fenn.)*, Helsinki, **25**, 192-209.
- OHGUSHI, R. — 1959. Observation on the ovipositing behavior of a parasitic wasp, *Anicetus beneficus* ISHII et YASUMATSU. — *Zool. Mag. Tokyo*, **68**, 205-208 (Orig. japanisch).
- 1959. Biology of *Dirhincus luzonensis* ROHWER, a chalcid parasite of flies. — *Sanitary pests*, **3**, 107-109 (Orig. japanisch).
- OLBERG, G. — 1959. Das Verhalten der solitären Wespen Mitteleuropas (*Vespidae*, *Pompilidae*, *Sphécidae*). — *VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften*, Berlin, 401 pp.
- PADILLA, A. R. & W. R. YOUNG. — 1958-1959. Parasitos del pulgón manchado de la alfalfa (*Therioaphis maculata*). — *Agric. Tec. Mexico*, **7**, 5, 42.
- PAUL, L. C. & L. G. PUTNAM. — 1960. Morphometrics, parasites, and predators of migrant *Melanoplus bilituratus* (WALK.) (*Orthoptera: Acrididae*) in Saskatchewan in 1940. — *Canad. Entomologist*, **92**, 488-493.
- PATEL, H. K., R. C. PATEL & R. M. PATEL. — 1958. Some observations on *Chelonus heliopae* GUPTA, a parasite of the tobacco stem borer (*Gnorimoschema heliopae*). — *Indian Tobacco*, **8**, 233-235.
- PATOČKA, J. — 1960. Die Tannenschmetterlinge der Slowakei — Mit Berücksichtigung der Fauna Mitteleuropas. — *Verlag d. Slowak. Akad. d. Wissenschaften*, Bratislava, 214 pp.
- PETERSON, B. V. & D. M. DAVIES. — 1960. Observations on some insect predators of black flies (*Diptera: Simuliidae*) of Algonquin Park, Ontario. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 9-18.
- PIMENTEL, D. & F. CRANSTON. — 1960. The house cricket, *Acheta domesticus*, and the house fly, *Musca domestica*, as a model predator-prey system. — *J. econ. Ent.*, **53**, 171-172.
- PUTMAN, WM. L. — 1959. Hibernation sites of phytoseiids (*Acarina: Phytoseiidae*) in Ontario peach orchards. — *Canad. Entomologist*, **91**, 735-741.
- RASNICYN, A. P. — 1959. Hibernation sites of ichneumon flies (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — *Rev. Ent. URSS*, **38**, 546-553 (Orig. russisch).



- REICHART, G. — 1958. *Polistes gallica* L. als Nachsteller an *Hyphantria*-Raupen. — *Rov. Közlem.* (n. s.), **11** (1/18), 239-252 (Orig. ungarisch).
- RIVOSECCHI, L. & S. BETTINI. — 1958. Contributo alla conoscenza dei predatori della ova di *Latrodectus tredecimguttatus* rossi. — *Riv. Parassit.*, **19**, 249-266.
- RJACHOVSKIJ, V. V. — 1959. Die Wirksamkeit der Eiparasiten von *Eurygaster integriceps* in Abhängigkeit von der Lokalisation der Saattfelder. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 97-116. (Orig. russisch).
- 1959. Die Eiparasiten von *Eurygaster integriceps* in der USSR. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 76-88 (Orig. russisch).
- 1959. Faktoren, welche die Wirksamkeit von Eiparasiten bei der Begrenzung der Vermehrung der Schädlichen Schildwanze (*Eurygaster integriceps*) bedingen. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 120-125 (Orig. russisch).
- ROEDER, K. D. — 1959. A physiological approach to the relation between prey and predator. — *Smiths. Inst. misc. Collect.*, **137**, 287-306.
- ROLSTON, L. H., C. R. NEISWANDER, K. D. ARBUTHNOT & G. T. YORK. — 1958. Parasites of the European corn borer in Ohio. — *Ohio agric. Exp. Stat. Bull.*, 819, 36 pp.
- RUSSO, G. — 1959. Entomofagi ed anticoccidici degli Agrumi in Italia. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, Portici, **17**, 247-254.
- RYVKIN, B. V. — 1957. Peculiarities of outbreaks of *Lymantria dispar* and factors determining them. — *Zool. Ž.*, **36**, 1355-1358 (Orig. russisch).
- SALAVIN, R. J. — 1958. Notas biológicas sobre la mosca *Servaisia* (*Protodexia*) *arteagai* (BLANCH.) ROB. (*Diptera Sarcophagidae*) parásito de la tucura. — *Rev. Invest. agric.*, **12**, (3) 299-310.
- SALT, R. W. — 1959. Role of glycerol in the cold-hardening of *Bracon cephi* (GAHAN). — *Canad. J. Zool.*, **37**, 59-69.
- ŠAPIRO, V. A. — 1959. Der Einfluss agrartechnischer und waldwirtschaftlicher Massnahmen auf die Wirksamkeit der Eiparasiten der schädlichen Schildwanze (*Eurygaster integriceps*). — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 182-191 (Orig. russisch).
- SASTRY, K. S. S. & M. APPANNA. — 1958. Parasites and predators of some of the common insect pests of sugarcane in Visvesvaraya Canal tract, Mandya District, Mysore State. — *Mysore agric. J.*, Bangalore, **33**, 143-153.
- SAUNDERS, D. S. — 1960. On the stages in the development of *Syntomosphyrum albiclavus* KERRICH (*Hym., Eulophidae*), a parasite of tsetse flies. — *Bull. ent. Res.*, **51**, 25-31.
- 1960. The « white-clubbed » form of *Syntomosphyrum* (*Hym., Eulophidae*) parasitic on tsetse flies. — *Bull. ent. Res.*, **51**, 17-20.
- SCHERNEY, F. — 1959. Unsere Laufkäfer. — *Die Neue Brehm-Bücherei*, Nr. 245, 79 pp.
- SCHNEVEN, J. — 1958. Beitrag zur Biologie der Schmarotzerfeldwespen *Sulcopolistes atrimandibularis* ZIMM., *S. semenowi* F. MORAVITZ und *S. sulcifer* ZIMM. (I). — *Ins. Sociaux*, **5**, 409-437.
- SCHLINGER, E. I. — 1960. Diapause and secondary parasites nullify the effectiveness of rose-aphid parasites in Riverside, California, 1957-1958. — *J. econ. Ent.*, **53**, 151-154.
- SCHWENKE, W. — 1959. Über ungewöhnliche Verlängerungen der Entwicklungszeit endoparasitischer Hymenopteren und Dipteren und ihre Bedeutung für die biologische Bekämpfung. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 487-490.

- SEDLAG, U. — 1957-1958. Untersuchungen über Bionomie, Anatomie und Massenwechsel von *Diaeretus rapae* CURT. (*Hymenoptera: Aphidiidae*). — *Wiss. Ztschr. d. Ernst Moritz Arndt-Univ.*, (Mathem.-naturw. Reihe), **7**, 2.
- 1959. Untersuchungen über Bionomie und Massenwechsel von *Diaeretus rapae* (CURT.) (*Hymenoptera: Aphidiidae*). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 367-373.
- 1959. Hautflügler III — Schlupf- und Gallwespen. — *Die Neue Brehm-Bücherei*, Nr. 242, 84 pp.
- ŠEDIVÝ, J. — 1959. Einfluss der chemischen Bekämpfung auf die Entomophagen in der Zeit der Graseulen-Kalamität (*Charaeeae graminis* L.). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 503-507.
- SEKHAR, P. S. — 1960. Host relationships of *Aphidius testaceipes* (CRESSON) and *Praon aguti* (SMITH), primary parasites of aphids. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 593-603.
- SIKURA, A. I. — 1959. Die Parasiten und Räuber von *Hyphantria cunea* DRURY in Transkarpatien. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 185-198 (Orig. russisch).
- SIMMONDS, F. J. — 1958. The oleander scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (TARG.) (*Homoptera, Coccidae*) in Bermuda. — *Dept. Agric. Bermuda Bull.* (31), 1-44.
- 1960. Record of *Plutella maculipennis* CURT. and some of its parasites in Kashmir, India. — *Canad. Entomologist*, **92**, 278.
- SIMPSON, R. G. & C. C. BURKHARDT. — 1960. Biology and evaluation of certain predators of *Therioaphis maculata* (BUCKTON). — *J. econ. Ent.*, **53**, 89-94.
- SIMPSON, R. G., C. C. BURKHARDT, F. G. MAXWELL & E. E. ORTMAN. — 1959. A chalcid parasitizing spotted alfalfa aphids and greenbugs in Kansas. — *J. econ. Ent.*, **52**, 537-538.
- SKUHRAVÝ, V. — 1959. Die Nahrung der Laufkäfer in den Feldkulturen. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 533-536.
- 1959. Die Nahrung der Feldcarabiden. — *Acta Soc. Ent. Čechosl.*, **56**, 1-18 (Orig. tschechisch).
- SOL, R. — 1959. Der Einfluss von Blüten auf die Fangergebnisse von Schwebfliegen in Gelbschalen. — *Anz. Schädl.kunde*, **32**, 172.
- STRUBLE, G. R. & BEDARD, W. D. — 1958. Arthropod enemies of the logdepole needle miner, *Recurvaria milleri* BUSCK (*Lepidoptera: Gelechiidae*). — *Pan-Pacif. Ent.*, **34**, 181-186.
- SUBBIAH, M. S. & V. MAHADEVAN. — 1958. *Vespa cincta* FABR. — a predator of the hive bees and its control. — *Indian J. vet. Sci.*, **27**, 153-154.
- SUBBIAH, M. S., V. MAHADEVAN & R. JANAKIRAMAN. — 1958. A note on the occurrence of an Arachnid — *Ellingsenius indicus* CHAMBERLIN — infesting bee hives in South India. — *Indian J. vet. Sci.*, **27**, 155-156.
- SZMIDT, A. — 1960. Beiträge zur Biologie von *Dirhicnus alboannulatus* (Ratz.) (*Hym. Chalcididae*) als Grundlage einer Massenzucht für die biologische Bekämpfung. — *Entomophaga*, **5**, 155-163.
- 1960. Die Wirtswahl von *Dahlbominus fuscipennis* (ZETT.) (*Hym., Chalcididae*) und die Eignung des Wirtes für den Parasiten. — *Anz. Schädl.kunde*, **33**, 20-22.
- STARÝ, P. — 1959. Some problems connected with the research of *Aphidiinae* (*Hym., Braconidae*), as natural enemies of aphids with regard to their utilization for the purpose of biological control. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 537-541.
- TACHIKAWA, T. — 1959. Studies on the natural enemies of *Pseudaulacaspis pentagona* (2). — *Plant Prot.*, Tokyo, **13**, 75-82 (Orig. japanisch).
- 1959. New record of the hosts of the Japanese *Coccophagus* (*Hymenoptera: Aphelinidae*). — *Jap. J. appl. Ent., Zool.*, **3**, 56.
- 1959. Mealybugs injurious to citrus trees and their natural enemies. — *Agric. and Hortic.* (Japan), **34**, 1055-1058 (Orig. japanisch).
- TADIĆ, M. D. & B. BINČEV. — 1959. *Ooencyrtus kuwanai* HOW. en Yougoslavie. — *Plant. Prot. Beograd* (52-53), 51-59 (Orig. serbo-kroatisch).

- TAKAHASHI, F. — 1957. Synchrony between the parasitoid wasp and its hosts in their interacting system. — *Jap. J. appl. Ent. Zool.*, **1**, 259-264 (Orig. japanisch). — 1959. The effect of host finding efficiency of parasite on the cyclic fluctuation of population in the interacting system of *Ephesia* and *Nemeritis*. — *Jap. J. Ecol.*, **9**, 88-93.
- TANAKA, M. — 1959. On the natural enemies of mites. — *Proc. assoc. Plant Prot. Kyushu*, **5**, 65-66 (Orig. japanisch).
- TELENGA, N. A. — 1959. Über die Kreuzung zwischen Oekotypen bei verschiedenen *Trichogramma*-Arten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 117-123. (Orig. russisch). — 1959. Taxonomische und ökologische Charakteristik der Gattung *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 124-130 (Orig. russisch). — 1959. Taxonomical and ecological characteristics of species from the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Chalcidoidea). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 355-360.
- TOBIAS, V. I. — 1959. Einige Fragen zur Biologie erwachsener Schlupfwespen im Zusammenhang mit der Zusatzernährung auf blühender Vegetation. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 159-165 (Orig. russisch).
- TRIPP, H. A. — 1960. Observations on the hyperparasite, *Euceros frigidus* Cress. — *Canad. Sci. Serv., Div. For. Biol. Bi-monthly Progr. Rept.* **16** (2), 2. — 1960. *Spathimeigenia spinigera* TOWNSEND (Diptera: Tachinidae), a parasite of *Neodiprion swaini* MIDDLETON (Hymenoptera: Tenthredinidae). — *Canad. Entomologist*, **92**, 347-359.
- TURNOCK, W. J. — 1960. Ecological life-history of the larch sawfly, *Pristiphora erichsonii* (HTG.) (Hymenoptera: Tenthredinidae), in Manitoba and Saskatchewan. — *Canad. Entomologist*, **92**, 500-515.
- UNDERWOOD, G. R. — 1960. Parasites of the red pine sawfly. — *Canada Sci. Serv., Div. For. Biol. Bi-monthly Progr. Rept.*, **16** (1), 2.
- VACLAV, V. — 1958. Importance of parasites in reducing numerousness of populations of *Hyponomeuta malinella* ZELL. and *H. padella* L. in Bosnia and Herzegovina. — *Plant Prot. Beograd*, (49-50), 113-119 (Orig. serbo-kroatisch).
- VACLAV, V., E. GEORGIJEVIĆ & D. LUTEŠEK. — 1959. Problem of gypsy moth focuses in Bosnia and Herzegovina (*Anastatus disparis* RUSCHKA as indicator of gypsy moth localities). — *Plant Prot. Beograd* (52-53), 73-78. (Orig. serbo-kroatisch).
- VANDERPLANK, F. L. — 1958. The assassin bug, *Platymerus rhadamenthus* GERST. (Hemiptera: Reduviidae), a useful predator of the rhinoceros beetles *Oryctes boas* (F.) and *Oryctes monocerus* (OLIV.) (Coleoptera: Scarabaeidae). — *J. ent. Soc. South. Afr.*, **21**, 309-314.
- VASIČ, K. & S. SALATIČ. — 1959. A new contribution to the knowledge of the parasitic Hymenoptera of the gypsy moth. (Parasitic Hymenoptera of the gypsy moth in 1958). — *Plant Prot. Beograd*, (52-53), 45-50 (Orig. serbo-kroatisch).
- VOLKOV, V. F. — 1959. Über die Ökologie von *Trichogramma cacoecia pallida* MEYER einem Parasiten des Apfelwicklers und der Obstwickler in den Gärten der USSR. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 137-162 (Orig. russisch).
- WASSERBURGER, H.-J. — 1960. Die Grüne Laubheuschrecke als Vertilger von Kartoffelkäfern. — *Anz. Schäd. Kunde*, **33**, 10-11.
- WEISMANN, L. — 1959. Beitrag zur Problematik einer Beurteilung der Effektivität von Prädatoren der Rübenblattlaus in Terrainbedingungen. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 509-514.
- WELKE, G. — 1959. Zur Kenntnis von *Strongylogaster xanthoceros* (STEPH.) und *Strongylogaster lineata* (CHRIST) und ihrer Parasiten. — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 233-292.
- WILBERT, H. — 1959. *Apanteles glomeratus* (L.) als Parasit von *Aporia crataegi* (L.) (Hymenoptera: Braconidae). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 874-898.

- WILKES, A. — 1959. Effects of high temperature during postembryonic development on the sex ratio of an arrhenotokous insect, *Dahlbominus fuliginosus* (NEES) (Hymenoptera: Eulophidae). — *Canad. J. Genet. Cytol.*, **1**, 102-109.
- WILSON, F. & L. T. WOOLCOCK. — 1960. Environmental determination of sex in a parthenogenetic parasite. — *Nature*, London, **186**, 99-100.
- WYLIE, H. G. — 1960. Insect parasites of the winter moth, *Operophtera brumata* (L.) (Lepidoptera: Geometridae) in western Europe. — *Entomophaga*, **5**, 111-129.
- YOSHII, T. — 1959. On the natural enemies of *Contarinia inouyei* MANI. — *Spec. Publ. of the Forest Bureau at Kumamoto*, 41 pp. (Orig. japanisch).
- ZINNA, G. — 1959. Ricerche sugli insetti entomofagi. I. Specializzazione entomoparassitica negli Encyrtidae: Studio morfologico, etologico e fisiologico de *Leptomastix dactylopii* HOWARD. — *Boll. Lab. Ent. Agr. "Filippo Silvestri"*, Portici, **18**, 1-150.
3. ANWENDUNG BIOLOGISCHER BEKÄMPFUNG MITTELS ENTOMOPHAGER ARTHROPODEN.
3. APPLICATIONS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES ARTHROPODES ENTOMOPHAGES.
3. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF ENTOMOPHAGOUS ARTHROPODS.
- BAUMHOVER, A. H. — 1958. Florida screw-worm control program. — *Vet. Med.*, **53**, 216-219.
- BAUMHOVER, A. H., C. N. HUSMAN, C. C. SKIPPER & W. D. NEW. — 1959. Field observations on the effects of releasing sterile screw-worms in Florida. — *J. econ. Ent.*, **52**, 1202-1206.
- BÉNASSY, C. & H. BIANCHI. — 1960. Sur l'écologie de *Prospaltella perniciosi* TOWER (Hym. Aphelinidae), parasite spécifique importé de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. (Hom. Diaspidinae). — *Entomophaga*, **5**, 165-181.
- BENNETT, F. D. — 1959. Parasites of *Ancylostomia stercorea* (ZELL.), (Pyrilidae, Lepidoptera) a pod borer attacking pigeon pea in Trinidad. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 737-757.
- BENNETT, F. D. & I. W. HUGHES. — 1959. Biological control of insect pests in Bermuda. — *Bull. ent. Res.*, **50**, 423-436.
- BROWN, N. R. & R. C. CLARK. — 1959. Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae). VI. *Aphidecta oblitterata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), an introduced predator in eastern Canada. — *Canad. Entomologist*, **91**, 596-599.
- BRUNS, H. — 1959. Ergebnisse einer 6-jährigen Kontrolle einer Population der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*) im Gebiet einer natürlichen Kolonie der Kleinen Roten Waldameise (*Formica polyctena*). — *Verh. 4. Int. Pfl.schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 919-922.
- CASTEL-BRANCO, A. J. F. — 1956. A coccid attacking coconut on the Island of Principe (*A. destructor*). — *Garcia de Orta*, **4**, 225-238 (Orig. portugiesisch). — 1958. Biological control of the cocopalme tree scales on the Island of Principe. — *Comun. Conf. int. Africanistas occident.*, S. Thomé (1956), **4**, 77-78. (Orig. portugiesisch).
- CEBALLOS, P. — 1958. Trabajos efectuados contra el *Diprion pini* por el servicio de plagas forestales en el año 1957. — *Serv. Magas Forest.*, B., **1**, 21-25.
- CLARK, R. C. & N. R. BROWN. — 1959. A field cage for rearing syrphid larvae and other predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) (Homoptera: Adelgidae). — *Canad. Entomologist*, **91**, 723-725. — — 1959. Predator introductions for balsam woolly aphid control. — *Canada Sci. Serv., Div. For. Biol. Bi-monthly Progr. Rept.*, **15** (6), 1. — — 1960. Studies of predators of the balsam woolly aphid, *Adelges piceae* (RATZ.) VII. *Laricobius rubidus* LEC. (Coleoptera: Derodontidae) a predator of *Pineus strobi* (MTG.). — *Canad. Entomologist*, **92**, 384-396.



- CLAUSEN, C. P. — 1959. Releases of recently imported insect parasites and predators in California, 1956-1957. — *Pan-Pacif Ent.*, **35**, 107-108.
- CUETO ROBAYNA, C. B. — 1957. Control biológico del borer o perforador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*, FABR.) por medio de la mosca cubana (*Lixophaga diatraeae*, TOWNS.) en el central Baragua. — *Mem. de la Conf. Anu. Asoc. de Téc. Azucareros de Cuba*, **31**, 1-8.
- DE BACH, P. & J. LANDI. — 1959. California red scale parasites colonization and recovery of three species introduced from the Orient in 1956-1957 indicate establishment in California. — *Calif. agric.*, Berkeley, **13** (6), 9, 13.
- DE BACH, P. & P. SISOJEVIĆ. — 1960. Some effects of temperature and competition on the distribution and relative abundance of *Aphytis lingnanensis* and *A. chrysomphali* (Hymenoptera: Aphelinidae). — *Ecology*, **41**, 153-160.
- DE BACH, P. & E. B. WHITE. — 1960. Commercial mass culture of the California red scale parasite *Aphytis lingnanensis*. — *Calif. agric. Exp. Stat. Bull.* (770), 1-58.
- DJADEČKO, N. P. — 1959. Intraareale Verfrachtung von Parasiten zur Bekämpfung von *Stilpnotia salicis* L. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 205-209 (Orig. russisch).
- DOMENICHINI, G. — 1960. Prospettive di lotta biologica contro la cocciniglia di S. José. — *Inform. Fitopat. Bologna*, **10**, 87-88.
- DOSSE, G. — 1959. Der Einfluss von Temperatur und Nahrung auf verschiedene Raubmilbenarten und Hinweise auf die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern. — *Verh. 4. Int. Pfl. schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 929-932.
- 1960. Über den Einfluss der Raubmilbe *Typhlodromus tiliae* OUD. auf die Obstbaumspeinnmilbe *Metatetranychus ulmi* KOCH (Acari). — *Pflanzenschutzberichte*, Wien, **24**, 113-137.
- DOUTT, R. L. — 1958. Vice, virtue and the vedalia. — *Ent. Soc. Amer. Bul.*, **4**, 119-123.
- FANKHÄNEL, H. — 1959. *Meteorus versicolor* WESM. als Parasit von *Euproctis chrysorrhoea* L. und *Thaumetopoea processionea* L. und seine Einsatzmöglichkeiten. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 415-420.
- FLANDERS, S. E. — 1959. Biological control of *Saissetia nigra* (NIETN.) in California. — *J. econ. Ent.*, **52**, 596-600.
- 1959. *Pseudococcus citriculus* GREEN and its parasites. — *J. econ. Ent.*, **52**, 880-882.
- FLANDERS, S. E., J. L. GRESSITT & T. W. FISHER. — 1958. *Casca chinensis*, an internal parasite of California red scale. — *Hilgardia*, Berkeley, **28**, 65-91.
- FRANZ, J. & A. SZMIDT. — 1960. Beobachtungen beim Züchten von *Perillus bioculatus* (FABR.) (Heteropt., Pentatomidae), einem aus Nordamerika importierten Räuber des Kartoffelkäfers. — *Entomophaga*, **5**, 87-110.
- GENIS AVILA, A. G. — 1958. Importación de parásitos para combatir el pulgon del alfalfa. — *Tierra* (México), **13**, 825-827.
- GÖSSWALD, K. — 1956. Zur Gesundheit und Gesunderhaltung unserer Wälder mittels Vermehrung der Kleinen Roten Waldameise (*Formica rufa*). — *Int. Union Prot. Nat., Proc. and Papers Techn. Mtg.* (1954), **5**, 126-137.
- 1958. Über die Förderung der Waldhygiene durch Vermehrung der Roten Waldameise. — *Forsch. u. Beratg., Forstwirtschaft.*, Düsseldorf (3), 129-145.
- 1959. Einig zur Zusammenarbeit für die Gesundheit des Waldes. — *Waldhygiene*, **3**, 2-36.
- GRIMAL'SKIJ, V. I. — 1959. Ausnutzung der Grossen und Kleinen Waldameise zur Bekämpfung von Waldschädlingen. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 214-220 (Orig. russisch).
- HOYLE, P. C. & M. LOBATON. — 1958. Importancia de la cámaras de recuperacion de insectos benéficos en los fundos algonoderos. — *Rev. Peruana Ent. Agr.*, **1**, 17-19.
- HUBA, A. — 1959. Effektivität einer Introdution von Parasiten der San José-Schildlaus in der Tschechoslowakei. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 395-403.

- JEFFERSON, M. E. — 1960. Irradiated males eliminate screwworm flies. — *Nucleonics*, **18**, 74-76.
- JIMÉNEZ J., E. — 1959. El empleo de enemigos naturales para el control de insectos que constituyen plagas agrícolas en la República Mexicana. — *Chapingo*, **12** (73), 191-208.
- JOURDAN, M.-L. — 1959. Compte rendu d'une mission pour l'étude d'une méthode de lutte biologique utilisée en Iran contre la punaise du blé (*Eurygaster integriceps* PUT.). — *Verh. 4. Int. Pfl.schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 855-859.
- KEMMERER, J. B. — 1958. Biological control using ladybirds. — *World Crops*, **10**, 411-412.
- KNIPLING, E. F. — 1959. Sterile-male method of population control. — *Science*, Lancaster, **130**, 902-904.
- KOLOBOVA, A. N. — 1959. Über die Möglichkeit einer Ausnutzung heimischer Parasiten für die Bekämpfung von Samenschädlingen aus der Gattung *Bruchophagus* an Luzerne und Klee. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit.: TELENGA, N. A., ŠČERBINOVSKIJ, N. S. & N. P. DŽADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainkoj SSR*, Kiev, 53-60 (Orig. russisch).
- KOMOSKO, N. S. — 1959. Zur Frage der Wirksamkeit von *Trichogramma evanescens* WESTW. für die Vernichtung der Eier von *Agrotis segetum* (SCHIFF.). — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 131-136 (Orig. russisch).
- KOT, J. — 1959. Experiments on the use of *Trichogramma evanescens* WESTW. in pest control of the vegetable garden pests *Plutella maculipennis* CURT., *Pieris brassicae* L. and *Pieris rapae* L. — *Ekol. Polska, Ser. B*, **5**, 83-88 (Orig. polnisch).
- LIU CHUNG-LO. — 1959. Monophagy versus polyphagy in the choice of entomophagous insects in biological control. — *Trans. 1. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 521-531.
- LLOYD, D. C. — 1960. Significance of the type of host plant crop in successful biological control of insect pests. — *Nature*, London, **187**, 430-431.
- LUKAŠEVIČ, A. L. — 1959. Schädlingbekämpfung mit Hilfe von *Trichogramma*. — *Sad i Ogorod* (5), 31-32 (Orig. russisch).
- MATHYS, G. — 1959. Vers un tournant dans la lutte contre le pou de San-José? — *Rev. rom. Agric., Vitic., Arboric.*, **15**, 53-56.  
— 1960. Stehen wir vor einer Wendung bei der Bekämpfung der San José-Schildlaus? — *Schweiz. Ztschr. Obst-u. Weinbau*, **69** (4), 89-95.
- MAYBEE, G. E. — 1958. Summary of parasite and predator liberations in Canada and of insect shipments from Canada in 1958. — *Canad. Insect Pest Rev.*, **36**, 300-313.
- MELVILLE, A. R. — 1958. Biological control of insect pests in coffee. — *Coffee & Tea Indus.*, **81**, 121-126.
- MESNIL, L. P. — 1959. Considerations of the use of polyvalent parasites or predators in biological control. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 427-440.
- NEORTEVA, M. K. — 1959. Über die Voraussetzung der biologischen Bekämpfung der Borkenkäfer mit Hilfe ihrer Insektenfeinde in der finnischen Waldpflege. — *Verh. 4. Int. Pfl.schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 1025-1027.
- ORTIZ, M. J. — 1958. Control biológico de la mosca pinta de los pastos *Aenolamia* (i.e. *Aeneolamia*) sp. — *Chapingo*, **11** (67/69), 23-28.
- OTTO, D. — 1957. Die forstwirtschaftliche Bedeutung der Roten Waldameise. — *Ges. zur Verbreitg. wiss. Kenntn. Präsidium* (17), 8 pp.  
— 1959. Der Einfluss von Waldameisenkolonien auf Eichenschadinsekten in einem Forstrevier des nördlichen Harzrandes. — *Waldhygiene*, **3**, 65-93.
- PADIJ, N. N. — 1959. Anwendung der biologischen Methode bei der Bekämpfung von *Operophtera brumata* L. und *Erannis defoliaria* L. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 210-213 (Orig. russisch).
- PARKER, H. L. — 1959. Studies of some *Scarabaeidae* and their parasites. — *Boll. Lab. Ent. Agr. "Filippo Silvestri"*, Portici, **17**, 29-50.

- PAVAN, M. — 1958. Attività svolta in Italia per la lotta biologica con *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. — *Not. Forest. Mont.*, **3**, 1225-1226.  
 — 1959. Attività Italiana per la lotta biologica con formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. — *Minist. Agricolt. Foreste, Collana Verde*, **4**, 1-78.  
 — 1959. Aspetti attuali della lotta contro gli insetti dannosi. — *Bergamo Econ.*, **5**, 24-30.  
 — 1960. Mémoires originaux sur la lutte biologique contre les insectes forestiers au moyen des fourmis du groupe *Formica rufa* L. — Introduction. — *Entomophaga*, **5**, 9-11 (Orig. english).
- PEPE, G. & G. RONCHETTI. — 1960. Trapianti di *Formica lugubris* sull' Appennino Pavese. — *Not. Forest. Mont.*, **5** (73), 3-13.  
 — 1960. Trapianti di *Formica lugubris* sull' Appennino Pavese. — *Not. Forest. Mont.*, **5**, 2119-2122.
- PUTTARUDRIAH, M. & S. USMAN. — 1958. Brief notes on recent investigations on some beneficial parasites in Mysore. — *Mysore Agric. J.*, Bangalore, **33**, 76-79.
- RAO, V. T. & A. L. DAVID. — 1958. The biological control of coccid pest in South India by the use of the beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* MULS. — *Indian J. agric. Sci.*, **28**, 545-552.
- RISCO BRICEÑO, S. — 1958. Campaña de propagación de la mosca *Paratheresia claripalpis* w., para el control biológico de *Diatraea saccharalis*, en la Hda. Andahuasi. — *Vida Agr.* (Lima), **35** (415), 327, 329.  
 — 1958. La utilización de *Paratheresia claripalpis* w., para el control biológico de *Diatraea saccharalis* FABR., con especial referencia a los resultados obtenidos en los Valles de Pativilca y Huaura. — *Rev. Peruana Ent. Agr.*, **1**, 24-29.
- RJACHOVSKIJ, V. V. — 1959. Über Normen und Termine der Freilassung von *Microphanurus semistriatus* NEES. zur Bekämpfung von *Eurygaster integriceps*. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 89-96 (Orig. russisch).
- ROMANOVA, YU. S. & V. A. LOZINSKIJ. — 1958. Experiments on the practical use of egg parasites of *Malacosoma neustria* in forest conditions. — *Zool. Ž.*, **37**, 542-547 (Orig. russisch).
- RONCHETTI, G. — Un alleato del bosco : la *Formica rufa*. — " *L' Illustrazione Scientifica* " (77), 1-8.
- RUBCOV, I. A. — 1959. Biological control of insect pests. — *Bull. Acad. Sci. URSS, Sér. biol.* (4), 558-576 (Orig. russisch).  
 — 1959. The intraareal translocation of entomophagous insects. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praga, 1958), 389-394 (Orig. russisch).
- RUSSO, G. — 1959. Esperimenti di lotta biologica contro la mosca delle olive (*Dacus oleae*) e la mosca della frutta (*Ceratitis capitata*) in Italia. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, Portici, **17**, 131-142.
- RYVKIN, B. V. — 1959. The role of entomophagous insects in the liquidation of forest pests. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praga, 1958), 495-501 (Orig. russisch).  
 — 1959. On the biology and economic importance of *Trichogramma embryophagum* (HTG.) (Hymenoptera, Trichogrammatidae). — *Rev. Ent. URSS*, **38**, 382-393 (Orig. russisch).  
 — 1959. Die Bedeutung der Entomophagen und ihre Ausnutzung für die Begrenzung der Massenvermehrung von Schädlingen in Nadel- und Laubwaldanpflanzungen. — In : Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij (édit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DŽADEČKO). — *Izdatel'sivo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 113-119 (Orig. russisch).
- SACANTANIS, K. B. — 1957. La forêt d'arganier. Le plus grand foyer de *Ceratitis capitata* WIED. connu au monde. — *Boll. Lab. Ent. Agr. « Filippo Silvestri »*, Portici, **15**, 1-53.
- ŠAPIRO, V. A. — 1959. The ways of stimulation of the activity of oligophagous parasites in the suppression of herds of dangerous forest pests. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praga, 1958), 491-494 (Orig. russisch).

- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1959. Results of the studies on use of parasites in the insect control in the Soviet Union. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 441-453 (Orig. russisch).
- SCHERNEY, F. — 1959. Der biologische Wirkungseffekt von Carabiden der Gattung *Carabus* auf Kartoffelkäferlarven. — *Verh. 4. Int. Pfl. schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 1035-1038.
- 1960. Kartoffelkäferbekämpfung mit Laufkäfern (Gattung *Carabus*). — *Pflanzenschutz*, München, **12**, 34-36.
- SCHLABRITZKY, E. — 1959. Beobachtungen bei der Massenzucht des Parasiten *Prospaltella perniciosi* TOWER (Hymenoptera). — *Verh. 4. Int. Pfl. schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 863-865.
- SELLIER, R. — 1959. Les insectes utiles. — *Biologie des insectes auxiliaires. — Utilisation des insectes par l'homme. — Payot*, Paris, 286 pp.
- SIMMONDS, F. J. — 1960. Biological control of the coconut scale, *Aspidiotus destructor* SIGN., in Principe, Portuguese West Africa. — *Bull. ent. Res.*, **51**, 223-237.
- SMITH, H. D. — 1958. Las interrelaciones de los enemigos naturales de la mosca prieta de los citricos en Mexico. — *Fitofilo*, **11** (21), 31-36.
- SMITH, R. W. — 1959. Status in Ontario of *Collyria calcitrator* (GRAV.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) and of *Pediobius beneficus* (GAHAN) (Hymenoptera: Eulophidae) as parasites of the European wheat stem sawfly, *Cephus pygmaeus* (L.) (Hymenoptera: Cephidae). — *Canad. Entomologist*, **91**, 697-700.
- STEIN, W. & J. FRANZ. — 1960. Die Leistungsfähigkeit der Gattung *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) nach Aufzucht unter verschiedenen Bedingungen. — *Naturwissenschaften*, **47**, 262-263.
- STEYN, J. J. — 1959. Use of social spiders against gastro-intestinal infections spread by house flies. — *South Afr. med. J.*, **33**, 730-731.
- ŠUMAKOVA, B. M. — 1959. Entomophagous insects of *Quadraspidotus perniciosus* in the USSR and the ways of rising their effectiveness. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 481-485 (Orig. russisch).
- TACHIKAWA, T. — 1959. Shipment of natural enemies of the *Coccidae* to Bermuda and California. — *Plant Prot.*, Tokyo, **13**, 413-414 (Orig. japanisch).
- TADIČ, M. — 1959. *Malacosoma neustria* L., a new European host of the American fall webworm parasite *Mericia ampelus* WLK. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 361-365.
- TELENGA, N. A. & G. N. ŽIGAEV. — 1959. Der Einfluss verschiedener Methoden des Pflügens von Rübenfeldern auf *Caenocrepis bothynoderis* GROM., einen Eiparasiten des Rübenderbrüsslers. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zaš. Rast.*, **8**, 68-75 (Orig. russisch).
- TORII, T. — 1959. Studies on the biological control of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU (Hymenoptera: Cynipidae), with particular reference to the utilization of its indigenous natural enemies. — *J. Fac. Agric. Shinshu Univ.*, **2**, 71-149.
- TURČEK, F. J. — 1959. Von der Möglichkeit der Ausnutzung der Waldameisen im biologischen Forstschutz. — *Les*, Bratislava, **15**, 13-15 (Orig. tschechisch).
- WATSON, W. Y. & A. P. ARTHUR. — 1959. Parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (SCHIFF.), in Ontario. — *Canad. Entomologist*, **91**, 478-484.
- WRESSELL, H. B. & G. WISHART. — 1959. Note on occurrence of *Horogenes punctatorius* (ROMAN) (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasite of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (HBN.) (Lepidoptera: Pyralidae) in Southwestern Ontario. — *Canad. Entomologist*, **91**, 579-580.
- YASUMATSU, K. & S. NAKAO. — 1959. Studies on the control of *Dacus* (*Tetradacus*) *tsuneonis* MIYAKE (Diptera: Trypetidae). 2. Establishment of an economically effective method for its control. — *Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **17**, 147-166 (Orig. japanisch).
- ZOMORRODI, A. — 1959. La lutte biologique contre la punaise du blé *Eurygaster integriceps* PUT. par *Microphanurus semistriatus* NEES., en Iran. — *Rev. Path. vég., Ent. agric. France*, **38**, 167-174.



4. GRUNDLAGENARBEITEN ÜBER DIE VERWENDUNG VON MIKROORGANISMEN.
4. RECHERCHES DE BASE SUR L'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES.
4. FUNDAMENTAL RESEARCH ON THE UTILISATION OF MICRO-ORGANISMS.

- ABBAS, H. M., S. F. HASAN, H. HAQ & M. HASHIR. — 1959. *Aspergillus flavus* LINK., — a fungus parasite of desert locust (*Schistocerca gregaria*, FORSK.). — *Agric. Pakistan*, Karachi, **10**, 195-206.
- AIZAWA, K., S. ASAHINA & H. FUKUMI. — 1957. Demonstration of the polyhedral diseases of *Euproctis flava* and *Euproctis pseudoconsersa* (Lepidoptera, Lymantriidae). — *Jap. J. med. Sci. Biol.*, **10**, 61-64.
- AIZAWA, K. & C. VAGO. — 1959. Sur l'infection à *Borrelinavirus* en culture de tissus d'insectes. — *Ann. Inst. Pasteur, Paris*, **96**, 455-460.
- ALIMUCHAMEDOV, S. — 1957. Participation of the male in transmitting the jaundice virus to the next generation of the silkworm. — *Trudy Taschent. sel'sk. Inst.*, **9**, 61-71 (Orig. russisch).
- ANGUS, T. A. & A. M. HEIMPEL. — 1959. Inhibition of feeding, and blood pH changes, in lepidopterous larvae infected with crystalforming bacteria. — *Canad. Entomologist*, **91**, 352-358.
- AOKI, K. — 1957. Insect micro-organisms. — *Handbook of Microbiology* (Japan), 392-431 (Orig. japanisch).
- 1958. Control of the muscardine. — *Rev. du ver à soie*, **4**, 295-314.
- AOKI, K. & I. FUJIMOTO. — 1959. Muscardine diseases of silkworm moth (1). — *Sansi-Kenkyū* (*Acta Sericologica*) (29), 44-48 (Orig. japanisch).
- AOKI, K., Y. NAKASATO, I. FUJIMOTO & H. SUZUKI. — Studies on the new fungous parasites of silkworm, *Bombyx mori* L. IV. *Hirsutella satumaensis* AOKI sp. nov. — *Bull. Seric. Exp. Sta.*, **14**, 471-486 (Orig. japanisch).
- ARCHIPOVA, V. D. — 1959. Über pathogene Mikroorganismen in der Hämolymphe des Rübenderbrüsslers. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit. TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Ukrainskoi SSR*, Kiev, 9-13 (Orig. russisch).
- 1959. Über das Vorkommen pathogener Mikroorganismen in der Haemolymphe des Rübenderbrüsslers. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Žašč. Rast.*, **8**, 63-67 (Orig. russisch).
- ARUGA, H. — 1957. Polyhedral diseases in the silkworm, *Bombyx mori* L. — *Rev. du ver à soie*, **8**, 37-41.
- 1957. Mechanism of resistance to virus diseases in the silkworm, *Bombyx mori* (II). On the relation between the nuclear polyhedrosis and the cytoplasmic polyhedrosis. — *J. Seric. Sci. Japan*, **26**, 279-283 (Orig. japanisch).
- ARUGA, H. & N. ARAI. — 1959. Studies on the induction of polyhedroses by the low temperature treatment in the silkworm, *Bombyx mori*. — *J. Seric. Sci., Japan*, **28**, 362-368 (Orig. japanisch).
- ARUGA, H. & T. HUKUHARA. — 1960. Induction of nuclear and cytoplasmic polyhedroses by feeding of some chemicals in the silkworm, *Bombyx mori* L. — *J. Seric. Sci., Japan*, **29**, 44-49 (Orig. japanisch).
- ARUGA, H., E. KANAI & A. ISARANGKUL NA AYUDHYA. — 1959. On the relationship between physiological conditions of larvae and the induction of polyhedroses in the silkworm, *Bombyx mori*. — *J. Seric. Sci., Japan*, **28**, 369-374 (Orig. japanisch).
- ARUGA, H. & H. WATANABE. — 1959. Difference of induction rate of polyhedroses by low temperature treatment between inbred lines and their hybrids in the silkworm, *Bombyx mori* L. — *J. Seric. Sci., Japan*, **28**, 302-307 (Orig. japanisch).
- ARUGA, H., H. WATANABE, T. HUKUHARA & Y. IWASHITA. — 1957. Mechanism of the virus resistance in the silkworm, *Bombyx mori* (I). On the formation of polyhedral body in the nucleus of the silk-gland cell. — *J. Seric. Sci., Japan*, **26**, 105-112 (Orig. japanisch).

- ASTAUROV, B. L., T. A. BEDNJAKOVA & V. N. VEREJSKAJA. — 1959. Thermic desinfection of *Bombyx mori*-eggs attacked by pebrina. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 327-330 (Orig. russisch).
- BAILEY, L. — 1959. The natural mechanism of suppression of *Nosema apis* ZANDER in enzootically infected colonies of the honey bee, *Apis mellifera* LINNAEUS. — *J. Insect Path.*, **1**, 347-350.
- 1959. The bacteriology of European foul brood disease of the honeybee. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 95-98.
- 1960. The epizootiology of European foulbrood of the larval honey bee, *Apis mellifera* LINNAEUS. — *J. Insect Path.*, **2**, 67-83.
- BEDNJAKOVA, T. A. & V. N. VEREJSKAJA. — 1958. The desinfective effect of high temperatures upon the eggs of *Bombyx mori* L. infected with *Nosema bombycis* NAEG. at different stages of the diapause development cycle. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **122**, 737-740 (Orig. russisch).
- 1959. An analysis of thermic desinfection of eggs in isolated batches of *Bombyx mori* L., infected with *Nosema bombycis* NAEG. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **125**, 1386-1389 (Orig. russisch).
- BERGOLD, G. H. — 1959. Structure and chemistry of insect viruses. — *Proc. 4. Int. Congr. Biochem.* (Vienna, 1958), **7** (Sympos. VII), 95-98.
- 1959. Some topics of insect virology. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 191-195.
- BILIOTTI, E. — 1959. Observations épizootologiques sur la processionnaire du pin. — *Rev. Path. vég., Ent. agric., France*, **38**, 150-155.
- BIRD, F. T. — 1959. Polyhedrosis and granulosi viruses causing single and double infections in the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* CLEMENS. — *J. Insect Path.*, **1**, 406-430.
- BONNEFOI, A. & S. BÉGUIN. — 1959. Recherches sur l'action des cristaux de *Bacillus thuringiensis* BERLINER souche « Anduze ». — *Entomophaga*, **4**, 193-199.
- BONNEFOI, A., A. BURGERION & P. GRISON. — 1958. Titrage biologique des préparations de spores de *Bacillus thuringiensis* Berliner. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **247**, 1418-1420.
- BONNEFOI, A. & M. TOUCAS. — 1959. Essais de thermorésistance de l'organisme responsable de la maladie laiteuse de la larve du Hanneton (*Melolontha melolontha*). — *Entomophaga*, **4**, 227-231.
- BREZGUNOVA, T. G. — 1958. Oxygen consumption in pupae of the mulberry and oak silkmoths infected with jaundice viruses. — *Akad. Nauk URSS, Dopovidy*, **1** (3), 1-5 (Orig. ukrainisch).
- 1959. Contents of purines and nucleic acids in the silkworm during polyhedroses (jaundice). — *Ukr. Biochem. J.*, **21**, 59-66 (Orig. russisch).
- BRIGGS, J. D. — 1958. Humoral immunity in lepidopterous larvae. — *J. exp. Zool.*, Philadelphia, **138**, 155-188.
- BROWN, A. H. S. & G. SMITH. — 1957. The genus *Paecilomyces* BAINIER and its perfect stage *Byssochlamys* WESTLING. — *Trans. Brit. mycol. Soc.*, **40** (1), 17-89.
- BUCHER, G. E. — 1959. The bacterium *Coccobacillus acridiorum* D'HERELLE : its taxonomic position and status as a pathogen of locusts and grasshoppers. — *J. Insect Path.*, **1**, 331-346.
- 1959. Bacteria of grasshoppers of Western Canada : III. Frequency of occurrence, pathogenicity. — *J. Insect Path.*, **1**, 391-405.
- 1960. Potential bacterial pathogens of insects and their characteristics. — *J. Insect Path.*, **2**, 172-195.
- BUCHER, G. E. & J. M. STEPHENS. — 1959. Bacteria of grasshoppers of Western Canada : I. The *Enterobacteriaceae*. — *J. Insect Path.*, **1**, 356-373.
- 1959. Bacteria of grasshoppers of Western Canada : II. The *Pseudomonadaceae*, *Achromobacteraceae*, *Micrococcaceae*, *Brevibacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, and less important families. — *J. Insect Path.*, **1**, 374-390.
- BURGERION, A. — 1959. Titrage et définition d'une unité biologique pour les préparations de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Entomophaga*, **4**, 201-206.

- BURGERJON, A. & P. GRISON. — 1959. Sensibilité de différents lépidoptères à la souche « Anduze » de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Entomophaga*, **4**, 207-209.
- CHAČISVILI, M. & A. KALANADZE. — 1955. Control measures against diseases of silkworms. — Tbilisi, 24 pp. (Orig. georgisch).
- CHAO, J. & G. A. WISTREICH. — 1959. Microbial isolations from the midgut of *Culex tarsalis* COQUILLET. — *J. Insect Path.*, **1**, 311-318.
- ČUGUNIN, J. V. — 1959. Entomologische Probleme des Steppengartenbaues. — In: Naučn. Zapiski — Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury Ukrainskoj SSR, Kiev, **8**, 137-143 (Orig. russisch).
- 1959. Der Wechsel der verschiedenen Formationen von Insekten in Herden ihrer Massenvermehrung. — In: Naučn. Zapiski. — Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury Ukrainskoj SSR, Kiev, **8**, 149-153 (Orig. russisch).
- DASGUPTA, B. — 1959. Cytochemical detection of nucleic acids in *Nosema apis*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 315-318.
- DAVID, W. A. L. & B. O. C. GARDINER. — 1960. A *Pieris bassicae* (LINNAEUS) culture resistant to a granulosis. — *J. Insect Path.*, **2**, 106-114.
- DAY, M. F., J. L. FARRANT & C. POTTER. — 1958. The structure and development of a polyhedral virus affecting the moth larva, *Pterolocera amplicornis*. — *J. Ultrastruct. Res.*, **2**, 227-238.
- DIKASOVA, E. T. — 1956. Diagnostics of jaundice polyhedra by microscopic analysis of eggs, control of jaundice by eliminating caterpillars retarded in development and by wetting mulberry leaves with sodium bicarbonate. — In: Infec. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom. — Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury, Moskau, 259-273 (Orig. russisch).
- 1959. Significance of the temperature factor for the manifestation of jaundice in the silkworm. — *Uzbek. Biological J.*, **2**, 72-74 (Orig. russisch).
- 1959. The influence of the hydrothermic factor on the latent polyhedrosis of *Bombyx mori*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 231-246 (Orig. russisch).
- DOANE, C. C. — 1959. *Beauveria bassiana* as a pathogen of *Scolytus multistriatus*. — *Ann. ent. Soc. Amer.*, **52**, 109-111.
- 1960. Bacterial pathogens of *Scolytus multistriatus* MARSHAM as related to crowding. — *J. Insect Path.*, **2**, 24-29.
- DRAKE, E. L. & F. L. McEWEN. — 1959 Pathology of a nuclear polyhedrosis of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (HÜBNER). — *J. Insect Path.*, **1**, 281-293.
- ETO, M. — 1958. The effect of alcohol-concentration upon the solubility of polyhedral protein in alcohol containing trichloroacetic acid. — *Sci. Bull. Facult. Agric. Kyushu Univ.*, **16**, 433-437 (Orig. japanisch).
- EVLAČHOVÁ, A. A. — 1959. Some laws relating to fungal epizooty in insects and peculiarities of their appearance with *Eurygaster integriceps*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 177-180 (Orig. russisch).
- 1959. Der Einfluss verschiedener chemischer und physikalischer Einwirkungen auf Wachstum und Virulenz insektenpathogener Pilze. — In: Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 42-52 (Orig. russisch).
- FASSATOVÁ, O. — 1958. Über die Variabilität der Gattungsmerkmale bei den Nebengattungen der imperfekten Pilze *Fusarium* LINK und *Cephalosporium* CORDA. — *Čes. Mykol.*, **12**, 15-22 (Orig. tschechisch).
- FISHER, R. & L. ROSNER. — 1959. Toxicology of the microbial insecticide, Thuricide. — *J. Agric. Food Chem.*, **7**, 686-688.
- FISHER, F. M. & R. C. SANBORN. — 1959. Pathogenicity of a sporozoan parasite analyzed by tissue culture. — *Proc. Fed. Amer. Soc. Exp. Biol.*, **18**, 45.
- FITZ-JAMES, Ph. C., C. TOUMANOFF & E. YOUNG. — 1958. Localization of a toxicity for silkworm larvae in the parasporal inclusion of *Bacillus cereus* var. *alesti*. — *Canad. J. Microbiol.*, **4**, 385-392.

- FLASCHENTRÄGER, B. & H. T. SOLIMAN. — 1959. Diseases of the larvae of *Prodenia litura*. — *Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol., Serol.*, **25**, 68-72.
- FRITZSCHE, R. & G. M. HOFFMANN. — 1959. Befall der Imagines von *Aphthona euphorbiae* SCHRK. und *Longitarsus parvulus* PAYK. durch *Entomophthora* sp. (Coleoptera: Halticidae; Entomophthoraceae). — *Beitr. Ent.*, Berlin, **9**, 517-523.
- GABRIEL, B. P. — 1959. Fungus infection of insects via the alimentary tract. — *J. Insect Path.*, **1**, 319-330.
- GANIEVA, M. R. — 1955. Influence of ecological conditions on the manifestation of jaundice in the silkworm. — In: *Research works of Middle-Asian Seric. Res. Inst.* Taškent, 105-107 (Orig. russisch).
- 1956. Influence of quality of food and of ecological conditions on the manifestation of jaundice in the silkworm. — In: *Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn.nasekom.* — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skhozajstvennoj literatury*, Moskau, 273, 278 (Orig. russisch).
- GARNHAM, P. C. C. — 1959. Some natural protozoal parasites of mosquitoes with special reference to *Crithidia*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 287-294.
- GERŠENZON, S. M. — 1955. On the nature of intranuclear inclusion bodies by polyhedral disease of insects. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **104**, 925-928 (Orig. russisch).
- 1956. The phenomenon of latency in polyhedral viruses. — *Akad. Nauk URSS Dopovidı*, (3), 295-297 (Orig. ukrainisch).
- 1956. Influence of silkworm eggs retention for jaundice occurrence. — *Akad. Nauk URSS Dopovidı*, (6), 608-610 (Orig. ukrainisch).
- 1956. Formation outside the organism of an active polyhedral virus from nucleic acid and protein. — *Akad. Nauk URSS, Dopovidı*, (5), 492-493 (Orig. ukrainisch).
- 1956. Oxygen consumption in pupae of the oak silkmoth infected with jaundice virus. — *Voprosy virusologii*, **1** (5), 39-42 (Orig. russisch).
- 1956. New data on the pathogenesis of insect jaundice. — *Abstr. Conf. on Diseases of Bees*, Leningrad, 13-14 (Orig. russisch).
- 1956. Reconstitution of an active polyhedral virus from non-infectious protein and nucleic acid. — *Bull. Soc. Natur. Moscou, N. S. Sect. biol.*, **61** (6), 99-101 (Orig. russisch).
- 1959. Role of ecological factors in the origin of virus epizootics in lepidopterous insects. — In: *Problems of Ecology*, **3**, 20-24, Kiev (Orig. russisch).
- 1959. Further data on the influence of cobalt on the frequency of « spontaneous » jaundice in the silkworm. — *Akad. Nauk URSS Dopovidı*, (4), 439-441 (Orig. ukrainisch).
- 1959. Eine Mutation bei Polyederviren. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **128**, 622-625 (Orig. russisch).
- 1959. The variability of polyhedral viruses. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 197-200 (Orig. russisch).
- 1959. New evidence of latency in polyhedral virus infections. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 211-214 (Orig. russisch).
- 1960. A new method for controlling « spontaneous » jaundice in the silkworm. — In: *News in silkworm biology*, 149-150, Moscow (Orig. russisch).
- 1960. Insect viruses (review of the book by E. JAHN). — *New foreign books, Ser. B.*, **3**, 28-30 (Orig. russisch).
- 1960. On the geometrical shape of intranuclear inclusions in polyhedrosis-diseased insects. — *Voprosy virusologii*, **4** (1), 101-104 (Orig. russisch).
- 1960. Bibliography of native papers on insect virus diseases. — *Rev. Ent. URSS*, **39**, 487-493 (Orig. russisch).
- GERŠENZON, S. M., T. G. BREZGUNOVA & V. P. ČERNECKIJ. — 1960. Inhibition by propylgallate of the multiplication of the nuclear polyhedral virus of the oak silkmoth. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **131**, 442-444 (Orig. russisch).



- GERŠENZOŇ, S. M., E. P. JAKUŠKINA & R. M. PUCHOVIČ. — 1955. On the induction of insect jaundice by hydroxylamine. — *Microbiology*, Moscow USSR, **24**, 223-228 (Orig. russisch).
- GERŠENZOŇ, S. M., A. E. KARPOV & M. S. KUDRA. — 1959. On the activation of silkworm polyhedral virus by fluoride treatment. — *Akad. Nauk URSS Dopovidi*, **7** (5), 550-553 (Orig. ukrainisch).
- GIROUD, P., N. DUMAS & B. HURPIN. — 1958. Essais d'adaptation à la souris blanche de la rickettsie agent de la maladie bleue de *Melolontha melolontha* L. : voie pulmonaire et voie buccale. — *Compt. rend. Acad. Sci.*, Paris, **247**, 2499-2501.
- GRACE, T. D. C. — 1959. Tissue culture for arthropod viruses. — *Trans. New York Acad. Sci.* (Ser. 2), **21**, 237-241.
- GRIGOROVA, R. — 1959. Über die Anwesenheit von Polyedern in den Eiern des Schwammspinners. — *Bulg. Akad. Nauk., Otdel. selskostop. Nauki, Otdel. Otlecatuk*, Sofija, 343-350 (Orig. bulgarisch).
- GÜNTHER, S. — 1960. Eine Mikrosporidie aus dem Grünen Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.). — *Ztschr. angew. Ent.*, **46**, 209-212.
- HALL, I. M. — 1959. The fungus *Entomophthora erupta* (DUSTAN) attacking the black grass bug, *Irbisia solani* (HEIDEMANN) (Hemiptera, Miridae) in California. — *J. Insect Path.*, **1**, 48-51.
- HALL, I. M. & K. Y. ARAKAWA. — 1959. The susceptibility of the house fly, *Musca domestica* LINNAEUS, to *Bacillus thuringiensis*. — *J. Insect Path.*, **1**, 351-355.
- HARRIS, E. D. — 1959. Observations on the occurrence of a milky disease among larvae of the northern masked chafer, *Cyclocephala borealis* ARROW. — *Florida Entomologist*, **42**, 81-83.
- HEIMPEL, A. M. & T. A. ANGUS. — 1959. The site of action of crystalliferous bacteria in *Lepidoptera* larvae. — *J. Insect Path.*, **1**, 152-170.
- 1959. The susceptibility of certain geometrids to crystalliferous bacteria. — *Canada Sci. Serv., Div. For. Biol., Bi-monthly Progr. Rept.*, **15** (6), 2.
- HILLS, G. J. & K. M. SMITH. — 1959. Further studies on the isolation and crystallization of insect cytoplasmic viruses. — *J. Insect Path.*, **1**, 121-128.
- HUGER, A. — 1959. Eine neue Mikrosporidie bei *Agrotis segetum* SCHIFF. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 319-322.
- 1960. Untersuchungen zur Pathologie einer Mikrosporidiose von *Agrotis segetum* (SCHIFF) (*Lepidopt.*, *Noctuidae*), verursacht durch *Nosema perezoides* nov. spec. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **67**, 65-77.
- 1960. Elektronenmikroskopische Analyse der Innenstruktur von Mikrosporidiensporen. — *Naturwissenschaften*, **47**, 68.
- 1960. Electron microscope study on the cytology of a microsporidian spore by means of ultrathin sectioning. — *J. Insect Path.*, **2**, 84-105.
- HUKUHARA, T. & H. ARUGA. — 1959. Induction of polyhedroses by temperature treatment in the silkworm, *Bombyx mori* L. — *J. Seric. Sci. Japan*, **28**, 235-241.
- ISAKOVA, N. P. — 1958. A new variety of bacteria of the type of *Bac. cereus* FRANKLAND pathogenic to insects. — *Proc. Lenin Acad. agric. Sci. USSR*, **23** (3), 26-27 (Orig. russisch).
- ISHIKAWA, Y. & T. ASAYAMA. — 1959. On the translocation of the cytoplasmic polyhedral bodies in the mid-gut during metamorphosis in the silkworm, *Bombyx mori*. — *J. Seric. Sci. Japan*, **28**, 308-312 (Orig. japanisch).
- ISHIMORI, N. & K. AIZAWA. — 1957. Insect viruses. — *Handbook of Microbiology* (Japan), 570-586 (Orig. japanisch).
- ISHIMORI, N., K. AIZAWA & M. OSAWA. — 1957. Virus diseases of insects. — *Recent Advances in Biochemistry* (Japan), **3**, 128-154 (Orig. japanisch).
- ITÔ, T. & T. HAMA. — 1958. *Cordyceps ravenelii*, new to Japan, growing on *Mimela costata*. — *Trans. Mycol. Soc. Japan* (9), 1-3 (Orig. japanisch).
- JAYCOUX, E. R. — 1960. Surveys for nosema disease of honey bees in California. — *J. econ. Ent.*, **53**, 95-98.
- JENSEN, D. D. — 1959. A plant virus lethal to its insect vector. — *Virology*, **8**, 164-175.

- KALANADZE, A. — 1958. Influence of the percentage of cocoons with dead pupae on the quality of silkworm eggs. — *Mem. Kutaissi Agric. Inst.*, **2**, 289-296 (Orig. georgisch).
- KALANADZE, A. & A. E. KARPOV. — 1958. Influence of X rays on the frequency of polyhedrosis in the silkworm. — *Abstr. Conf. on the Action of Ionising Radiations on Animal Organisms*, Kiev, 57-58 (Orig. russisch).
- KARPOV, A. E. — 1959. Role of prolonged hibernation of eggs and of contact infection in silkworm jaundice. — *News in Agric. Sci.*, **9**, 70-72 (Orig. russisch).  
— 1959. On the induction of polyhedral disease in the silkworm by X rays. — *Akad. Nauk USSR Dopovidi* (9), 1015-1018 (Orig. russisch).
- KATAGIRI, K. & R. KOYAMA. — 1959. On the virus disease of *Lymantria fumida* BUTLER. II. On the pathology of polyhedrosis of *Lymantria fumida* BUTLER. — *J. Jap. Forest Soc.*, **41**, 11-18 (Orig. japanisch).
- KELEN, W. & J. H. LIPA. — 1960. *Thelohania californica* n. sp., a microsporidian parasite of *Culex tarsalis* COQUILLET. — *J. Insect Path.*, **2**, 1-12.
- KFYL, H.-G. — 1960. Erhöhung der chromosomalen Replikationsrate durch Mikrosporidieninfektion in Speicheldrüsenzellen von *Chironomus*. — *Naturwissenschaften*, **47**, 212-213.
- KITAZAWA, T. & T. TAKAMI. — 1959. Inoculation of silkworm embryos with the intestinal cytoplasmic polyhedral virus. — *J. Seric. Sci., Japan*, **28**, 59-64 (Orig. japanisch).
- KLUG, H. — 1959. Cytomorphologische Untersuchungen an Gregarinen. — *Biol. Zentralbl.*, **78**, 630-650.
- KLUG, A., R. E. FRANKLIN & S. P. F. HUMPHREYS-OWEN. — 1959. The crystal structure of *Tipula iridescent* virus as determined by Bragg reflection of visible light. — *Biochim. biophys. Acta*, **32**, 203-219.
- KODAIRA, Y. — 1957. The detection of the free amino acids in the blood of both the white and green muscardine silkworms by means of paper chromatography. — *Res. Rep. Facult. Textile & Seric. Shinshu Univ.*, (7), 82-83 (Orig. japanisch).
- KOK, I. P. — 1960. Influence of propylgallate on the concentration of nucleic acids in healthy and virus-infected pupae of the silkworm. — *Compt. rend. Acad. Sci. URSS*, **130**, 1141-1143 (Orig. russisch).
- KOYAMA, R. — 1959. Studies on the epizootic diseases of forest insects in Japan (1). List of pathogen. — *Bull. Governm. Forest Exp. Sta.*, (112), 23-31 (Orig. japanisch).
- KOYAMA, R. & K. KATAGIRI. — 1959. On the virus disease of *Lymantria fumida* BUTLER. I. On a virus epizootic in an outbreaking population of *Lymantria fumida* BUTLER. — *J. Jap. Forest Soc.*, **41**, 4-10 (Orig. japanisch).
- KRAMER, J. P. — 1959. Some observations on a microsporidiosis in the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (HBN.). — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 323-326.  
— 1959. On *Nosema heliothidis* LUTZ and SPLENDOR, a microsporidian parasite of *Heliothis zea* (BODDIE) and *Heliothis virescens* (FABRICIUS) (Lepidoptera, Phalaenidae). — *J. Insect Path.*, **1**, 297-303.
- KRIEG, A. — 1959. Über die Natur von « NR-bodies » bei Rickettsien-Infektionen von Insekten. — *Naturwissenschaften*, **46**, 231-232.  
— 1959. Die Infektiosität der Ribonucleinsäure aus *Smithiavirus pudibundae*. — *Naturwissenschaften*, **46**, 603.  
— 1960. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Rickettsiose von *Melolontha melolontha* (L.) an Hand von Ultradünnschnitten. — *Ztschr. Naturforsch.*, **15** b, 31-33.
- KRIEG, A. & E. MÜLLER-KÖGLER. — 1959. Über pilzbedingte Hemmungen von *Bacillus thuringiensis* BERLINER in Submerskulturen. — *Naturwissenschaften*, **46**, 630-631.
- KRYWIENCZYK, J. & G. H. BERGOLD. — 1960. Antigenicity of insect virus membranes. — *Virology*, **10**, 449-450.  
— 1960. Serologic relationship between including body proteins of some Lepidoptera and Hymenoptera. — *J. Immun., Baltimore*, **84**, 403-408.

- 1960. Serological relationships between insect viruses and their inclusion-body proteins. — *J. Insect Path.*, **2**, 118-123.
- 1960. Serological relationships of viruses from some lepidopterous and hymenopterous insects. — *Virology*, **10**, 308-315.
- KUSHNER, D. J. & T. A. LISSON. — 1959. Alkali resistance in a strain of *Bacillus cereus* pathogenic for the larch sawfly *Pristiphora erichsonii*. — *J. gen. Microbiol.*, **21**, 96-108.
- LAIRD, M. — 1959. Parasites of Singapore mosquitoes, with particular reference to the significance of larval epibionts as an index of habitat pollution. — *Ecology*, **40**, 206-221.
- 1959. Fungal parasites of mosquito larvae from the Oriental and Australian regions, with a key to the genus *Coelomomyces* (*Blastocladiaceae*: *Coelomomycetaceae*). — *Canad. J. Zool.*, **37**, 781-791.
- 1959. Gregarines from laboratory colonies of flour beetles, *Tribolium castaneum* HERBST and *T. confusum* DUVAL, at Montreal. — *Canad. J. Zool.*, **37**, 378-381.
- LAPPA, N. V. — 1959. Einfluss von *Beauveria bassiana* auf das Krankheitsbild der Raupen von *Malacosoma neustria* bei Vorhandensein einer verborgenen Form der Infektion. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 234-240 (Orig. russisch).
- LILES, J. N. & P. H. DUNN. — 1959. Preliminary laboratory results on the susceptibility of *Aedes aegypti* (LINNAEUS) to *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *J. Insect Path.*, **1**, 309-310.
- LIPA, J. J. & E. A. STEINHAUS. — 1959. *Nosema hippodamiae* n. sp., a microsporidian parasite of *Hippodamia convergens* GUÉRIN (Coleoptera, Coccinellidae). — *J. Insect Path.*, **1**, 304-308.
- LYSENKO, O. & K. SLÁMA. — 1959. The relation between oxygen consumption and bacterial infection in sawflies. — *J. Insect Path.*, **1**, 184-188.
- MACLEOD, D. M. — 1958. Amino acid nutrition of *Hirsutella* sp. isolated from the spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* CLEM.). — *Proc. Canad. phytopath. Soc.*, **25**, 13.
- 1959. Nutritional studies on the genus *Hirsutella*. I. Growth response in an enriched liquid medium. — *Canad. J. Bot.*, **37**, 695-714.
- 1959. Nutritional studies on the genus *Hirsutella*. II. Nitrogen utilization in a synthetic medium. — *Canad. J. Bot.*, **37**, 819-834.
- 1960. Nutritional studies on the genus *Hirsutella*: III. Acid-hydrolyzed casein and amino acid combinations as sources of nitrogen. — *J. Insect Path.*, **2**, 139-146.
- MAINS, E. B. — 1959. North American species of *Aschersonia* parasitic on *Aleyrodidae*. — *J. Insect Path.*, **1**, 43-47.
- MARAMOROSCH, K. — 1958. Latent virus infections in arthropods. — *Recent Progr. Microbiol.*, *Symp. VII. Intern. Congr. Microbiol.* (Stockholm, 1958), 224-229.
- MARTIGNONI, M. E. & J. E. MILSTEAD. — 1960. Quaternary ammonium compounds for the surface sterilization of insects. — *J. Insect Path.*, **2**, 124-133.
- MEDVEDEVA, N. B. — 1959. Multiplication of a polyhedral virus in insect tissue cultures. — *Akad. Nauk URSS Dopovidi*, (7), 790-794 (Orig. ukrainisch).
- auch in: *Voprosy virusologii*, **4** (4), 449-455 (Orig. russisch).
- 1960. On the cultivation of insect tissues. I. — *Rev. Ent. URSS*, **39**, 77-85 (Orig. russisch).
- MEKLENBURCEVA, T. A. — 1956. A biological method for detecting places infected with jaundice and their disinfection. — In: *Infekc. i protozool. Bolezni polezn. i vredn. nasekom.* — *Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury* Moskau, 256-257 (Orig. russisch).
- MENN, J. J. — 1960. Bioassay of a microbial insecticide containing spores of *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *J. Insect Path.*, **2**, 134-138.
- MICHAILOV, E. N. & P. A. KOVALEV. — 1955. Ways of combating silkworm jaundice. — *Socialist Agriculture of Uzbekistan*, **1**, 67-71 (Orig. russisch).

- MILLER, L. A. & R. J. MCGLANAHAN. — 1959. Note on occurrence of the fungus *Empusa muscae* COHN on adults of the onion maggot, *Hylemya antiqua* (MEIG.) (Diptera: Anthomyiidae). — *Canad. Entomologist*, **91**, 525-526.
- MIYOSHI, T. — 1959. Physiological studies on the flacherie of the silkworm, *Bombyx mori* (I-II). — *J. Seric. Sci. Japan*, **28**, 88-97 (Orig. japanisch).
- MÜLLER-KÖGLER, E. — 1959. Zur Isolierung und Kultur insektenpathogener Entomophthoraceen. — *Entomophaga*, **4**, 261-274.
- MÜLLER-KÖGLER, E. & A. HUGER. — 1960. Wundinfektionen bei Raupen von *Mala-cosoma neustria* (L.) durch *Penicillium brevi-compactum* DIERCKX. — *Ztschr. angew. Ent.*, **45**, 421-429.
- MURAI, S. & K. AIZAWA. — 1957. Dehydrogenase activity in the jaundice-diseased silkworm. — *Sansu-Kenkyū* (*Acta Sericologica*) (19), 12-14 (Orig. japanisch).
- NAG RAJ, T. R. & K. V. GEORGE. — 1959. An interesting entomogenous fungus on green bug of coffee. — *Curr. Sci.*, **28**, 452-453.
- NEILSON, M. M. & D. E. ELGEE. — 1960. The effect of storage on the virulence of a polyhedrosis virus. — *J. Insect Path.*, **2**, 165-171.
- NIKLAS, O. F. — 1959. Freiland- und Laboratoriumsbeobachtungen über Auftreten und Auswirkungen einer Rickettsiose von Maikäferengerlingen (*Melolontha spec.*). — *Verh. 4. Int. Pfl. schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 891-894.
- NOVÁK, V. & J. VAŇKOVÁ. — 1959. Influence of the moistened, faded and young springs mulberry leaves on the health condition of the silkworm. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 121-125.
- OSHIMA, S. — 1959. Note on the parasitic fungus, *Spicaria rubido-purpurea* AOKI, on the potato tuber moth, *Gnorimoschema operculella* (ZELL.) (Preliminary report). — *Nogaku Kenkyū*, **47**, 51-57 (Orig. japanisch).
- OSSOWSKI, L. L. J. — 1960. Variation in virulence of a wattle bagworm virus. — *J. Insect Path.*, **2**, 35-43.
- OVANESJAN, T. T. — 1958. Experiments on chemotherapy of silkworm jaundice. — *Proc. Lenin Acad. agric. Sci. USSR*, **12**, 28-31 (Orig. russisch).
- PETKOV, P., I. KOŽUHAROV, D. CHRISTOV & A. JANKOV. — 1958. A study on the virulence of the *Nosema bombycis* spores. — *Nauč. Trudove, Ser. Životn. i Vet. Delo*, **3**, 35-42 (Orig. bulgarisch).
- POLTEV, V. I. — 1959. Serodiagnosis of diseases of the honeybee and of other insects. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 99-104 (Orig. russisch).
- PRIMAK, T. A. — 1959. Pathologische Veränderungen in der Haemolymphe der Insekten bei verschiedenen Erkrankungen und bei Infektion durch Parasiten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zashč. Rast.*, **8**, 241-247 (Orig. russisch).
- 1959. Das Blutbild von Vertretern der Familie *Pieridae* bei Erkrankung und Parasitierung. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ et N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 106-112 (Orig. russisch).
- RAO, G. N. & U. VIJAYALAKSHMI. — 1959. A note on the occurrence of certain parasitic fungi on insect pests of sugarcane. — *Curr. Sci.*, **28** (7), 295.
- RIVERS, C. F. — 1959. Virus resistance in larvae of *Pieris brassicae* (L.). *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 205-210.
- RUBCOV, I. A. — 1959. The second colloquium on insect pathology of the International Committee for Biological Pest Control. — *Rev. Ent. URSS*, **38**, 703-708 (Orig. russisch).
- RYŠKOV, V. L. — 1956. The first crystallographic work on viruses. — *Microbiology, Moscow, USSR*, **25**, 125-127 (Orig. russisch).
- SAMEDOVA, T. — 1957. On the problem of controlling silkworm jaundice. — *Azerb. Sos. Kend. Tesurrufaty*, **4**, 42-44 (Orig. azerbaidjanisch).
- SAMŠIŠÁKOVÁ, A. — 1960. Ein neuer Fund des Pilzes *Rickia berlesiana* (BACC.) PAOLI (*Laboulbeniales*). — *Čes. Mykol.*, **14**, 49-52. (Orig. tschechisch).



- SCHAEFFENBERG, B. — 1959. Zur Biologie und Ökologie des insektenfötenden Pilzes *Metarrhizium anisopliae* (METSCH.) SOROK. (Entwicklung, Kultur, Lebensansprüche, Infektionsverlauf, praktische Bedeutung). — *Ztschr. angew. Ent.*, **44**, 262-271.
- SCHMIDT, L. — 1959. Die Granulose von *Hyphantria cunea* DRURY, eine neu entdeckte Viruskrankheit. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 227-230.
- SCHMIDT, G. — 1960. Pilzinfektionen bei Waldameisen-Puppen. — *Naturwissenschaften*, **12**, 286-287.
- SEKARIAH, P. C. & R. N. SETH. — 1959. Studies on the bacterial flora on the intestinal tract of the honey bee (*Apis indica*). II. On the occurrence of *Bacillus thuringiensis* BERLINER, in foulbrood of honeybees in India. — *J. Indian Vet.*, **36**, 19-23.
- SHEMANCHUK, J. A. — 1959. Note on *Coelomomyces psorophorae* COUCH, a fungus parasitic on mosquito larvae. — *Canad. Entomologist*, **91**, 743-744.
- SIDOR, Ć. — 1959. Susceptibility of larvae of the large white butterfly (*Pieris brassicae* L.) to two virus diseases. — *Ann. appl. Biol.*, **47**, 109-113.
- SIROTINA, M. I. — 1957. A histological method for determining the viability of the oak silkworm. — *Zool. Ž.*, **36**, 1485-1492 (Orig. russisch).
- SIROTINA, M. I. — 1959. Über die Frage der Entstehung von Polyederseuchen bei Insekten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 224-233 (Orig. russisch).
- SIROTINA, M. I. & M. F. ČALA. — 1957. On the masked virus in the oak silkworm. — *Akad. Nauk URSR Dopovidi*, (2), 177-180 (Orig. ukrainisch). — 1957. Polyhedral virus in nuclei of blood cells of the oak silkworm during latent form disease. — *Tezisy i Avtoreferaty naučn. Rabot. Kievsk. naučn.-issled. Inst. Epidemiol., Mikrobiol.*
- SMIRNOFF, W. A. — 1960. A polyhedrosis virus and a microsporidian disease of *Aletia oxygala luteopallens* (SM.) (Lepidoptera: Noctuidae). — *Canad. Entomologist*, **92**, 359.
- SMIRNOFF, W. A. & M. F. BÉIQUE. — 1959. On a polyhedral disease of *Trichiocampus viminalis* (FALL.) larvae (Hymenoptera: Tenthredinidae). — *Canad. Entomologist*, **91**, 379-381.
- SMITH, K. M. — 1958. Morphology, crystallization and apparent development in insect cytoplasmic viruses. — *Abstr. Int. Congr. Microbiol.*, **7**, 250. — 1959. The insect viruses. In: «The Viruses» edit. by BURNETT F. M. & W. M. STANLEY, Academic Press, New York/London, **3**, 369-392.
- SMITH, K. M. & G. J. HILLS. — 1959. Further studies on the developmental stages of the *Tipula* iridescent virus. — *Proc. Soc. gen. Microbiol.*, part IX. In: *J. gen. Microbiol.*, **21** (1).
- SMITH, K. M., G. J. HILLS, F. MUNGER & J. E. GILMORE. — 1959. A suspected virus disease of the citrus red mite *Panonychus citri* (McG.). — *Nature*, **184**, 70.
- SMITH, K. M., G. J. HILLS & C. F. RIVERS. — 1959. Polyhedrosis in neuropterous insects. — *J. Insect Path.*, **1**, 431-434.
- SMITH, K. M. & C. F. RIVERS. — 1959. Cross-inoculation studies with the *Tipula* iridescent virus. — *Virology*, **9**, 140-141.
- SMITH, O. E. & G. T. YORK. — 1960. Moths of the European corn borer infected with the fungus, *Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILLEMIN. — *J. Insect Path.*, **2**, 196-197.
- STECHE, W. — 1960. Neue Erkenntnisse über die Biologie des Bienenparasiten *Nosema apis* (ZANDER). — *Naturwissenschaften*, **47**, 22.
- STEINHAUS, E. A. — 1959. Possible virus disease in European red mite. — *J. Insect Path.*, **1**, 435-437. — 1959. On the improbability of *Bacillus thuringiensis* BERLINER mutating to forms pathogenic for vertebrates. — *J. econ. Ent.*, **52**, 506-508. — 1960. The diagnosis of insect diseases including instructions for submitting specimens. — *Leaflet of the Dept. Insect Pathol., Coll. Agr., Univ. Calif., Berkeley, Calif.*, July.

- STEINHAUS, E. A. & J. P. DINEEN. — 1959. A cytoplasmic polyhedrosis of the alfalfa caterpillar. — *J. Insect Path.*, **1**, 171-183.
- — 1960. Observations on the role of stress in a granulosis of the variegated cutworm. — *J. Insect Path.*, **2**, 55-65.
- STEINHAUS, E. A. & G. A. MARSH. — 1960. Granulosis of the granulate cutworm. — *J. Insect Path.*, **2**, 115-117.
- STEINKRAUS, K. H. & M. L. PROVVIDENTI. — 1958. Studies on the milky disease organisms. III. Variability among strains of *Bacillus popilliae* sporulating on artificial media. — *J. Bact.*, Baltimore, **75**, 38-42.
- STEINKRAUS, K. H. & H. TASHIRO. — 1955. Production of milky-disease spores (*Bacillus popilliae* DUTKY and *Bacillus lentimorbus* DUTKY) on artificial media. — *Science*, Lancaster, **121**, 873-874.
- STEPHENS, J. M. — 1959. Note on effects of feeding grasshoppers two pathogenic species of bacteria simultaneously. — *Canad. J. Microbiol.*, **5**, 313-315.
- 1959. Mucin as an agent promoting infection by *Pseudomonas aeruginosa* (SCHROETER) MIGULA in grasshoppers. — *Canad. J. Microbiol.*, **5**, 73-77.
- STEVENSON, J. P. — 1959. An infection of the desert locust, *Schistocerca gregaria* FORSKÅL with a nonchromogenic strain of *Serratia marcescens* BIZIO. — *J. Insect Path.*, **1**, 129-141.
- 1959. Epizootiology of a disease of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL), caused by nonchromogenic strains of *Serratia marcescens* BIZIO. — *J. Insect Path.*, **1**, 232-244.
- STRONG, F. E., K. WELLS & J. W. APPLE. — 1960. An unidentified fungus parasitic on the seed-corn maggot. — *J. econ. Ent.*, **53**, 478-479.
- ŠVECOVA, O. I. — 1959. Biologische Besonderheiten verschiedener entomopathogener Sporenbakterien in Verbindung mit der Ausbildung ihrer Einschlüsse. — In : Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 192-201 (Orig. russisch).
- SVOBODA, J. — 1959. Die Tilgung der Nosemaseuche in der Tschechoslowakei. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 295-300.
- TAKADA, N. & K. KUNIEDA. — 1957. A bacterial disease of *Pieris rapae*. — *Kagaku*, **27**, 306-307 (Orig. japanisch).
- TAKAMI, T. & T. KITAZAWA. — 1959. Inoculation of fasting newly hatched silkworms with the silkworm jaundice virus (Preliminary report). — *J. Seric. Sci. Japan*, **28**, 65-66 (Orig. japanisch).
- TANADA, Y. — 1959. Synergism between two viruses of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (HAWORTH) (Lepidoptera, Noctuidae). — *J. Insect Path.*, **1**, 215-231.
- 1959. Descriptions and characteristics of a nuclear polyhedrosis virus and a granulosis virus of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (HAWORTH) (Lepidoptera, Noctuidae). — *J. Insect Path.*, **1**, 197-214.
- TARASEVIČ, L. M. — 1958. On physiological conditions of multiplication of the virus of polyhedral disease. — *Voprosy virusologii*, **3** (6), 362-366 (Orig. russisch).
- 1959. Physiological conditions of multiplication of the virus of polyhedral disease of the silkworm. — *Diss. Thesis*, Moscow, 32 pp. (Orig. russisch).
- 1959. Modern concepts on the nature of viruses of polyhedral diseases. — In : *News in silkworm biology*, 142-149 (Orig. russisch).
- 1959. The metabolism of nucleotids of *Bombyx mori* infected with polyhedrosis and some inhibitors of polyhedrosis. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 255-274.
- TARASEVIČ, L. M. & E. F. ULANOVA. — 1957. Anti-virus treatment of silkworm eggs. — *J. Acad. Sci. USSR*, **2**, 129-132 (Orig. russisch).
- 1958. Action of some vitamins and anti-vitamins on the haemolymph of healthy and jaundice-infected caterpillars of the silkworm. — *Bull. Acad. Sci. USSR, Sér. biol.*, **3**, 352-360 (Orig. russisch).
- THÉODORIDÈS, J. — 1959. Studies of *Eugregarina* in insects. — *J. Insect Path.*, **1**, 107-111.
- THOMPSON, C. G. — 1959. Thermal inhibition of certain polyhedrosis virus diseases. — *J. Insect Path.*, **1**, 189-190.

- THOMSON, H. M. — 1959. A microsporidian parasite of the forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria* HBN. — *Canad. J. Zool.*, **37**, 217-221.
- 1960. *Nosema cerasivoranae* n. sp., a microsporidian parasite of the ugly-nest caterpillar, *Archips cerasivorana* (FITCH.). — *Canad. J. Zool.*, **38** (3), 643-644.
- 1960. Variation of some of the characteristics used to distinguish between species of *Microsporidia*: I. Spore size. — *J. Insect Path.*, **2**, 147-151.
- THOMSON, H. M. & W. SMIRNOFF. — 1960. A note on an unidentified microsporidian associated with *Aletia oxygala luteopallens* (SM.) (*Lepidoptera: Noctuidae*). — *Canad. J. Zool.*, **38**, 438-439.
- TOUMANOFF, C. & L. MALMANCHE. — 1959. L'action des antibiotiques sur des souches de *Bacillus larvae* WHITE d'origine géographique différente. — *Ann. Inst. Pasteur*, **96**, 140-144.
- TOUMANOFF, C. & Y. LE COROLLER. — 1959. Contribution à l'étude de *Bacillus cereus* FRANK ET FRANK cristallophores et pathogènes pour les larves de lépidoptères. — *Ann. Inst. Pasteur*, **96**, 680-688.
- UMEYA, Y. & K. NAKAMURA. — 1957. Inoculation of silkworm eggs with muscardine fungus. — *Sans-Kenkyû* (*Acta Sericologica*), (19), 9-11 (Orig. japanisch).
- VAGO, C. — 1959. Virose intestinale dans les élevages européens de vers à soie. *Compt. rend. Acad. Agric. France*, 2 pp.
- 1959. L'enchaînement des maladies chez les insectes. — *Ann. Epiphyt.*, Paris, **10** (hors sér.), 181 pp.
- VAGO, C. & O. CROISSANT. — 1959. Sur une virose cytoplasmique de *Pieris brassicae* L., *Lepidoptera*. — *Experientia*, **15**, 102-103.
- 1959. Recherches sur la pathogénèse des viroses d'insectes. La libération des virus dans le tube digestif de l'insecte à partir des corps d'inclusion ingérés. — *Ann. Inst. nat. Rech. agron., sér. C. (Ann. Epiphyt.)*, **10**, 5-18.
- 1960. Etude au microscope électronique de la pathogénèse virale intranucléaire de la « Grasserie ». — *Arch. ges. Virusforsch.*, **10**, 126-138.
- VAGO, C., O. CROISSANT & P. LÉPINE. — 1959. Processus de l'infection à virus à partir des corps d'inclusion de « Polyédrie cytoplasmique » ingérés par le lépidoptère sensible. — *Mikroskopie*, **14**, 36-40.
- VAGO, C. & J. SISMAN. — 1959. Mise en évidence du virus de la polyédrie d'*Antherea pernyi* (*Lepidoptera*). — *Arch. ges. Virusforsch.*, **9**, 267-271.
- VAŠKOVÁ, J. — 1959. Kultivierung von *Bacillus thuringiensis* im Versuchsbetriebsmasstab. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.*, (Praha, 1958), 59-64.
- VASILJEVIĆ, L. — 1959. Les caractéristiques de l'épizootie de virose chez *Lymantria dispar* L. dans les régions de conditions climatiques différentes. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 215-216.
- 1959. Appearance of polyhedry with gypsy moths in the course of the first year after the end of gradation. — *Plant Protection* (Beograd), (52), 79-87 (Orig. serbo-kroatisch).
- VEBER, J. — 1959. Vergleichende Histopathologie der Mikrosporidie *Nosema bombycis* in verschiedenen Wirtstieren. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 301-313.
- WALLIS, R. C. — 1959. Polyhedral bodies from diseased pupae of *Anisota senatoria* (J. E. SMITH). — *J. econ. Ent.*, **52**, 460.
- WALTERS, V. A. — 1958. Structure, hatching, and size variation in a species of *Nosema* (*Microsporidia*) found in *Hyalophora cecropia* (*Lepidoptera*). — *Parasitology*, **48**, 113-120.
- WEISER, J. — 1959. Unterlagen der Taxonomie der Mikrosporidien. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 277-286.
- WEISER, J. & R. L. BEARD. — 1959. *Adelina sericesthis* n. sp., a new coccidian parasite of scarabaeid larvae. — *J. Insect Path.*, **1**, 99-106.
- WILLE, H. — 1959. Infektionsversuche mit *Rickettsia melolonthae* KRIEG und Beiträge zur Histopathologie der « Lorschier Krankheit » der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 127-141.
- WISTREICH, G. A. & J. CHAO. — 1960. Microorganisms from the mid-gut of the fourth-instar larvae of *Culex tarsalis* COQUILLET. — *J. Insect Path.*, **2**, 30-34.

- WITTIG, G. — 1959. Ein Beitrag zur Histopathologie der Kapselvirose von *Choristoneura murinana* (HBN.) (Lepidopt., Tortricidae). — *Verh. 4. Int. Pflschutz Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 895-898.
- 1959. Untersuchungen über den Verlauf der Granulose bei Raupen von *Choristoneura murinana* (HBN.) (Lepidopt., Tortricidae). — *Arch. ges. Virusforsch.*, **9**, 365-395.
- YAMAMASU, Y., Y. TONOMURA & H. NAKANO. — 1960. Studies on the grasserie of silk producing insects (II.) Electron microscopic studies on the grasserie virus and Eri-silkworm. — *Bull. Facul. Textile Fibers, Kyoto Univ. Indust. Arts & Textile Fibers*, **3**, 6-19 (Orig. japanisch).
- YODER, P. E. & E. L. NELSON. — 1960. Bacteriophage for *Bacillus thuringiensis* BERLINER and *Bacillus anthracis* COHN. — *J. Insect Path.*, **2**, 198-200.
- YOSHIHARA, F. — 1959. Deoxyribonuclease and protease in virus-diseased silkworms. — *Sci. Bull. Facul. Agric. Kyushu Univ.*, **17**, 247-252 (Orig. japanisch).
- 1959. Ribonuclease and protease in virus-diseased silkworms. — *Sci. Bull. Facul. Agric. Kyushu Univ.*, **17**, 244-246 (Orig. japanisch).
- YOUNG, I. E. & P. C. FITZ-JAMES. — 1959. Chemical and morphological studies of bacterial spore formation. I. The formation of spores in *Bacillus cereus*. — *J. Biophys., Biochem. Cytol.*, **6**, 467-482.
- 1959. Chemical and morphological studies of bacterial spore formation. II. Spore and parasporal protein formation in *Bacillus cereus* var. *alesti*. — *J. Biophys., Biochem. Cytol.*, **6**, 483-498.
5. ANWENDUNG DER BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG MITTELS MIKRO-ORGANISMEN
5. APPLICATION DE LA LUTTE BIOLOGIQUE PAR LES MICRO-ORGANISMES
5. APPLICATION OF BIOLOGICAL CONTROL BY MEANS OF MICRO-ORGANISMS
- ABUL-NASR, S. — 1959. Further tests of the use of a polyhedrosis virus in the control of the cotton leafworm *Prodenia litura* FABRICIUS. — *J. Insect Path.*, **1**, 112-120.
- ANGUS, T. A. & A. E. HEIMPEL. — 1959. Microbial insecticides. — *Res. Farmers Canad. Dept. Agric.*, **4**, 12-13.
- BILIOTTI, E., P. GRISON, R. MAURY & C. VAGO. — 1959. Emploi d'une poudre à base de virus spécifique contre la chenille processionnaire du pin dans le massif du Ventoux. — *Compt. rend. Acad. Agric. France*, **45**, 407-409.
- BONNEFOI, A. & P. GRISON. — 1959. État actuel et perspectives de la lutte par voie microbiologique contre les insectes nuisibles aux cultures. — *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **8**, 65-72.
- BRIGGS, J. D. — 1960. Pathogens for the control of pests. — *Biol. Chem. Contr. Plant Anim. Pests*, Washington, 137-148.
- BURGERJON, A. & K. KLINGLER. — 1959. Détermination au laboratoire de l'époque de traitement de *Tortrix viridana* L. avec une préparation à base de *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *Ent. exp., appl.*, **2**, 100-109.
- COAKER, T. H. — 1958. Experiments with a virus disease of the cotton bollworm *Heliothis armigera* (HBN.). — *Ann. appl. Biol.*, **46**, 536-541.
- ČUGUNIN, J. V. — 1959. Cyclical herd-outbreaks of insects and their bacterial control. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 81-93.
- 1959. Mikrobiologische Bekämpfungsmethoden gegen den Apfelwickler, das Blausieb (*Zeuzera pyrina*) und die schwarzbraune Obstmilbe (*Bryobia redikorzevi*). — In : *Biologičeskij Metod Bor' by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 166-173 (Orig. russisch).
- 1959. Entomologische Probleme des Steppenwaldbaues. — In : *Naučn. Zapiski. Gosudarstvennoe Izdatel'stvo sel'skochozjajstvennoj literatury Ukrainskoj SSR*, **8**, 145-148 (Orig. russisch).



- DAMME, E. N. G. VAN & P. A. VAN DER LAAN. — 1959. Some observations on the effect of E-58 powder (*Bacillus thuringiensis* BERLINER) on *Malacosoma neustria* L. (Lepid.). — *Entomophaga*, **4**, 221-225.
- 1959. Some observations on the effect of E 58 powder (*Bacillus thuringiensis* BERLINER) on *Malacosoma neustria* L. (Lepid.). — *Ent. Ber.*, Amsterdam, **19**, 104.
- DECKER, G. — 1960. Microbial insecticides — and their future. — *Agric. Chemicals*, **15**, 30-33, 93.
- DJADEČKO, N. P. — 1959. Versuch zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers mit *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 221-223 (Orig. russisch).
- 1959. Versuch zur Anwendung von Biopräparaten des Pilzes *Beauveria* für die Bekämpfung des Apfelwicklers und der schwarzbraunen Obstmilbe (*Bryobia redikorzevi* RECK.). — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 35-41 (Orig. russisch).
- DUNN, P. H. — 1960. Control of house flies in bovine feces by a feed additive containing *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* BERLINER. — *J. Insect Path.*, **2**, 13-16.
- DUTKY, S. R. — 1959. Insect Microbiology. — *Advances appl. Microbiol.*, **1**, 175-200.
- GAJČENJA, P. A. — 1959. Anwendung des gelben Virus im Kampf gegen den Ringelspinner. — *Lesn. Choz.*, **7**, 45-46 (Orig. russisch).
- GLASS, E. H. — 1959. Red banded leaf roller — a continuing problem. — *N. Y. State Hort. Soc. Proc.*, **104** th Ann. Meeting, 137-146.
- GRIGARICK, A. A. & Y. TANADA. — 1959. A field test for the control of *Trichoplusia ni* (HBN.) on celery with several insecticides and *Bacillus thuringiensis* BERLINER. — *J. econ. Ent.*, **52**, 1013-1014.
- HALL, I. M. — 1959. Microbial control of insects. — *Agric. Chem.*, Baltimore, **14**, 45, 112-114.
- HALL, I. M. & L. A. ANDRES. — 1959. Field evaluation of commercially produced *Bacillus thuringiensis* BERLINER used for control of lepidopterous larvae on crucifers. — *J. econ. Ent.*, **52**, 877-880.
- Hsu, Chin-Fung, Chen FENG & Shou-Liu Ma. — 1959. A preliminary study on the utilization of the fungus *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. to control the soybean pod borer (*Grapholitha glycinivorella* MATS.) — *Acta Ent. Sin.*, **9**, 203-216 (Orig. chinesisch).
- HURPIN, B. — 1959. Étude de diverses souches de maladie laiteuse sur les larves de *Melolontha melolontha* L. et sur celles de quelques espèces voisines. — *Entomophaga*, **4**, 233-248.
- 1959. Les maladies du ver blanc (*Melolontha melolontha* L.) et essai d'utilisation d'une maladie laiteuse indigène. — *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **8**, 85-90.
- KANTACK, B. H. — 1959. Laboratory studies with *Bacillus thuringiensis* Berliner and its possible use for control of *Plodia interpunctella* (HBN.). — *J. econ. Ent.*, **52**, 1266-1267.
- KERNER, G. — 1959. Eine Mykose bei *Dasychira pudibunda* L. und ihre Verwendung zur biologischen Bekämpfung von anderen Forstinsekten. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 169-176.
- KUDLER, J., O. LYSENKO & R. HOCHMUT. — 1959. Versuche mit der Anwendung von einigen bakteriellen Suspensionen gegen den Wickler *Cacoecia crataegana* HB. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 73-80.
- LECOMTE, M. & D. MARTOURET. — 1959. Non toxicité pour les abeilles, des traitements à base de *Bacillus thuringiensis*, souche Anduze (Bactérie pathogène pour les larves de Lépidoptères). — *Ann. de l'Abeille-Epiphyt.*, Paris, **2**, 171-175.
- LESKOVA, A. J. — 1959. Untersuchungen über die Anwendung von Bakterienpräparaten zur Bekämpfung der Apfelbaumgespinstmotte unter den Bedingungen des Voronez-Gebietes. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Kiev, 70-75.

- LYSENKO, O. — 1959. Ecology of microorganisms in biological control of insects. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 109-113.
- MARTOURET, D. — 1959. Applications diverses et normes d'utilisation de *Bacillus thuringiensis* BERLINER souche « Anduze ». — *Entomophaga*, **4**, 211-220.
- MARTOURET, D. & G. DUSAUSOY. — 1959. Multiplication et extraction des corps d'inclusion de la virose intestinale de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. — *Entomophaga*, **4**, 253-259.
- McEWEN, F. L. & G. E. R. HERVEY. — 1959. And now "living" insecticide. — *Farm. Res. (N. Y. Sta.)*, **25** (2), 8-9.
- McEWEN, F. L., E. H. GLASS, A. C. DAVIS & C. M. SPLITTSTOESSER. — 1960. Field tests with *Bacillus thuringiensis* BERLINER for control of four lepidopterous pests. — *J. Insect Path.*, **2**, 152-164.
- MORIMOTO, T. — 1957. Studies on the *Oospora destructor* as a control agent against the black rice bug. — *Mem. Facul. Agric. Kôchi Univ.* (2), 1-14 (Orig. japonaish).
- 1958. Studies on the exterminatory effect of *Oospora destructor* upon black rice bugs in the field (III). — *Res. Rep. Kôchi Univ.*, **7** (2), 1-3 (Orig. japonaish).
- 1959. Studies on muscardines attacking injurious insects of cultivated plants and on some antagonistic bacteria to muscardines. — *Mem. Facul. Agric. Kôchi Univ.* (7), 1-61 (Orig. japonaish).
- MORIMOTO, T., S. TAKESHITA, T. YUWAGAWA & H. HASHIMOTO. — 1959. Studies on the exterminatory effect of *Isaria farinosa* (isolated from purplish stem borer) against *Rhizoeus kondonis* in the field (I). Studies on the development and the pathogenicity of the muscardine on some different media and the pathogenicity of the soil into which the cultures media were thrust one month before. — *Res. Rep. Kôchi Univ.*, **8** (4), 1-6 (Orig. japonaish).
- 1959. Studies on the exterminatory effect of *Isaria farinosa* (isolated from purplish stem borer) against *Rhizoeus kondonis* in the field. (II) Studies on the continuity of extermination power after treating of silkworm-pupae on which *Isaria farinosa* were cultured and the suitable period of their thrusting. — *Res. Rep. Kôchi Univ.*, **8** (5), 1-10 (Orig. japonaish).
- NEUŽILOVÁ, A. — 1957. L'utilisation de quelques champignons entomophytes dans la lutte contre des chenilles dans les serres. — *Universitas Carolina, Biologica*, **3**, 7-29 (Orig. tschechisch).
- OSSOWSKI, L. L. J. — 1959. Erfahrungen mit Polyeder-Viren gegen den Akazien-sackwurm *Kotochalia junodi* (HEYL.) — *Psychidae*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 247-253.
- 1959. The use of a nuclear virus disease for the control of the wattle bagworm, *Kotochalia junodi* (HEYL.). — *Verh. 4. Int. Pfl.schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 879-883.
- PETRUCHINA, M. T. — 1959. Untersuchung der Wirksamkeit eines Bakterienpräparates gegen Raupen der Apfelbaumgespinnstmotte in der Moldau-SSR. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainkoj SSR*, Kiev, 101-105 (Orig. russisch).
- SAMŠIŇÁKOVÁ, A. & A. ČERMÁKOVÁ. — 1960. Einfluss der Infektion mit dem Pilz *Beauveria bassiana* (BALS.-CRIV.) VUILL. auf die Larven des Kartoffelkäfers *Leptinotarsa decemlineata* SAY. — *Rostlinná Výchova*, **6**, 163-168 (Orig. tschechisch).
- ŠECHURINA, T. A. — 1959. Einige Angaben über Versuche mit dem weissen Muscardini-Pilz in Verbindung mit Giften gegen die schädliche Schildwanze (*Eurygaster integriceps*). — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainkoj SSR*, Kiev, 202-206 (Orig. russisch).
- SEKIGUCHI, A. — 1959. Studies on the control of peach fruit moth by entomogenous fungus "*Isaria fumosorosea* WIZE" (II). The inoculation tests, some cultural characters of the fungus and its fundamental factors on the large scale culture. — *Bull. Tohoku Nat. Agric. Exp. Sta.* (16), 89-93 (Orig. japonaish).
- SMITH, K. M. — 1959. The use of viruses on the biological control of insect pests. — *Outlook on Agric.*, **2**, 178-184.

- STEINHAUS, E. A. — 1959. Bacteria as microbial control agents. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 37-50.  
 — 1960. Insect pathology : challenge, achievement, and promise. — *Bull. ent. Soc. Amer.*, **6**, 9-16.
- STERN, V. M., I. M. HALL & G. D. PETERSON. — 1959. The utilization of *Bacillus thuringiensis* BERLINER as a biotic insecticide to suppress the alfalfa caterpillar. — *J. Insect Path.*, **1**, 142-151.
- ŠVECOVA, O. I. — 1959. The biological character of some entomopathogenous bacteria and their practical use. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 105-107 (Orig. russisch).
- TALALAËV, E. V. — 1959. Bacteriological control of *Dendrolimus sibiricus*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 51-57 (Orig. russisch).
- THOMPSON, C. G. — 1959. A polyhedrosis virus for control of the great basin tent caterpillar, *Malacosoma fragile*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 201-204.
- TODD, D. H. — 1960. Virus disease effectively controls white butterfly. — *New Zealand J. Agric.*, **100** (1), 83, 85.
- TOUMANOFF, C. — 1959. La lutte bactériologique contre les larves nuisibles de Lépidoptères. Choix d'une souche. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 65-71.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. — 1959. Insect pathology and microbial control. — *Leaflet*.
- VEBER, J. — 1959. Ausnützung einer Zytoplasma-Polyedrose im Pflanzenschutz. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 217-226.
- YORK, G. T. — 1958. Control of the European corn borer with the fungus *Beauveria bassiana* and the bacterium *Bacillus thuringiensis*. — *Diss. Abstr.*, **19**, 397-398.

## 6. VERMISCHTE ARBEITEN ÜBER VERSCHIEDENE ARTHROPODENFEINDE

## 6. TRAVAUX VARIÉS SUR DIVERS ENNEMIS DES ARTHROPODES

## 6. VARIOUS PAPERS ON DIFFERENT ENEMIES OF ARTHROPODS

### 6a. WIRBELTIERE — VERTÉBRÉS — VERTEBRATES

- BHATIA, D. R. & D. S. GUPTA. — 1956. Some new roles of birds in locust control. — *Indian J. Ent.*, **18**, 340-348.
- BINSCHKE, F. — 1958. Wir brauchen nützliche Vögel! — *Mitt. dtsh. Landw.-Ges.*, **73** (50), 1344, 1346.
- BOUCHNER, M. — 1956. Nahrungszusammensetzung einiger Kleinvögel und Nahrungsaufnahme durch die Halsringmethode. — *Zool. Listy*, **5** (19), 1.
- BRUNS, H. — 1959. Siedlungsbiologische Untersuchungen in einförmigen Kiefernwäldern. — *Biol. Abh.* (22-23), 52 pp.  
 — 1959. Vogelschutz, Schädlingsbekämpfung und biologisches Gleichgewicht. — *Dtsch. Jägerzeitung* (4 und 5), 1-4.  
 — 1959. Vogelschutz und Schädlingsbekämpfung. — *Der Falke*, **6** (3), 3 pp. (4), 123-127.  
 — 1959. Zentrale Tagung für Ornithologie und Vogelschutz vom 26.-28. 9. 1959. — *Ornith. Mitt.*, Stuttgart, **11**, 240.  
 — 1960. Über die Beziehungen zwischen Waldvögeln und Waldameisen. — *Entomophaga*, **5**, 77-80.
- BRUNS, H. & A. HABERKORN. — 1960. Beiträge zur Ernährungsbiologie des Stars (*Sturnus vulgaris*) (Ergebnisse einer Umfrage in Mitteleuropa und eigener Untersuchungen). — *Ornith. Mitt.*, Stuttgart, **12**, 81-104.
- ERIK, V. — 1958. Some results of experiments with nest-boxes at Taevaskoda. — *Ornitoloogiline kogumik*, **1**, 175-184.
- FITTER, R. S. R. — 1960. Birds and forests. — *Nature*, **185**, 731-732.



- GEBHARDT, E. — 1959. Europäische Vögel in überseeischen Ländern. — *Bonner zool. Beitr.*, **10**, 310-342.
- GUNTEN, K. VON & H. KRÄUCHL. — 1959. Wirtschaftlicher Vogelschutz im Obstgarten. — *Die Grüne* (Zürich) (47), 1425-1432.
- HÄHNLE, H. — 1960. Kiefernscadinsekten und Vogelwelt. Ein Bericht über die Ergebnisse der von uns 1925 begonnenen Versuche, Schädlinge und Vögel zahlenmässig festzustellen. — *Eigenverlag d. Bundes f. Vogelschutz*, 1-36.
- HENZE, O. — 1958. Kontrollbuch für Vogelnistkästen und Nisthöhlen in der Forstwirtschaft. — *Selbstverlag des Herausgebers*, 136 pp., 14 Bunttafeln, 2 Eiertafeln.
- HENZE, O. & H. J. GÖRNANDT. — 1959. Die Nahrung höhlenbrütender Singvögel in einem Eichenwickler-Schadgebiet. — *Forstwiss. Centralbl.*, **78**, 212-231.
- HOLLING, C. S. — 1959. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. — *Canad. Entomologist*, **91**, 293-320.
- HUDLESTON, J. A. — 1958. Some notes on the effect of bird predators on hopper bands of the desert locust (*Schistocerca gregaria* FORSKÅL). — *Ent's mon. Mag.*, London, **94** (1132), 210-214.
- KEVE, A. & REICHART, G. — 1960. Die Rolle der Vögel bei der Abwehr des amerikanischen Bärenspinners. — *Der Falke*, **7** (1), 20-26.
- KÖNEMANN, E. — 1960. Die Fledermaus als Insektenvertilger. — *Organischer Landbau*, **4**, 72-73.
- KOWALSKI, K. — 1957. Fledermaus-Forschung in Polen. — *Biolaški Clasniki*, **10**, 209-213.
- KRZANOWSKI, A. — 1959. Ergebnisse des Waldfledermausschutzes auf Grund fremder und eigener Erfahrungen. — *Waldhygiene*, **3**, 99-105.
- KÜHLHORN, F. — 1959. Beitrag zur Kenntnis der Ernährungsbiologie unserer heimischen Amphibien. — *Veröffentl. Zool. Staatssammlg. München*, **5**, 145-188.
- LEIBUNDGUT. — 1958. Vogelschutz im Walde. — *Prakt. Forstwirt, Schweiz*, **94**, 173-179.
- LÖHRL, H. — 1958. Die Entwicklung einer Vogelpopulation in einem Gelände mit ungespritzten Obstbäumen mit Bemerkungen über den Vogelschutz im Obstbau. — *Jahresheft 1958 d. Bundes f. Vogelschutz*, 13-16.
- MACLELLAN, C. R. — 1959. Woodpeckers as predators of the codling moth in Nova Scotia. — *Canad. Entomologist*, **91**, 673-680.
- MACLEOD, C. F. — 1960. The introduction of the masked shrew into Newfoundland. — *Canad. Sci. Serv., Div. For. Biol., Bi-monthly Progr. Rept.*, **16** (2), 1.
- MARTIN, K. — 1959. Biologische Schädlingsbekämpfung. — *Gesunde Pflanzen*, **11**, 142.
- NEJFELDT, I. A. — 1956. Zur Nahrung der Nestjungen einiger insektenfressender Waldvögel. — *Zool. Ž.*, **35**, 434-440 (Orig. russisch).  
— 1958 (?). Die Nahrung einiger Waldvogelarten Süd-Kareliens. — *Zool. Ž.*, **37**, 257-270 (Orig. russisch).
- NOVÁKOVÁ, E. — 1959. Note préliminaire sur la contribution du sanglier sauvage à la lutte biologique contre les tenthrèdes du genre *Cephaleia*. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 559-563.
- PORTENKO, L. A. — 1957. Die nützlichen und schädlichen Wildvögel in der Landwirtschaft. — *Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Leningrad, Moskau*, 1-135 (Orig. russisch).
- ROŽKOV, A. S. & N. F. REIMERS. — 1958. Data on bird feeding upon *Dendrolimus sibiricus* TSCHTV. in the nidi of mass reproduction of this pest. — *Zool. Ž.*, **37** (11), 1749-1750 (Orig. russisch).
- SALZMANN, R. — 1958. Tätigkeitsbericht der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon über das Jahr 1957. — *Landw. Jahrb. Schweiz* 1958, N. F. **7** (72) 575-651.
- SCHÜTTE, F. — 1960. Vogelschutz und Eichenwickler. — Zur Problematik. — *Anz. Schädl.kunde*, **33**, 33-41.



- SINGH, C. — 1958. Indian house sparrow as an enemy of the desert locust (*Schistocerca gregaria*). — *Curr. Sci.*, Bangalore, **27**, 502-503.
- SPEYER, W. & H. GASOW. — 1959. Vogelschutz und Vogelabwehr. — *Biol. Bundesanst. Braunschw., Flugbl.* Nr. 14, 1-12.
- TURČEK, F. J. — 1960. Über den Anteil der Meisen an der Vertilgung des Tannennospenswicklers (*Epiblema nigricana*) durch Vögel. — *Waldhygiene*, **3**, 145-146.
- WARLAND, G. — 1959. Les oiseaux insectivores, auxiliaires de la culture fruitière. — *Fruit Belge*, **27** (213), 70-72.
- 6b. WIRBELLOSE AUSSER ARTHROPODEN.
- 6b. INVERTÉBRÉS SAUF LES ARTHROPODES.
- 6b. AVERTÉBRATES EXCEPT ARTHROPODS.
- LEON TANG, J. — 1958. Notas generales sobre nematodos portadores de bacterias como un metodo de control biológico. — *Rev. Peruana Ent. Agr.*, **1**, 19-22.
- WELCH, H. E. — 1958. A review of recent work on nematodes associated with insects with regard to their utilization as biological control agents. — *Proc. 10. Int. Congr. Ent.* (Montreal, 1956), **4**, 863-868.
- 1959. Taxonomy, life cycle, development, and habits of two new species of *Allantonematidae* (Nematoda) parasitic in drosophilid flies. — *Parasitology*, **49**, 83-103.
- 1960. *Hydromermis churchillensis* n. sp. (Nematoda: Mermithidae) a parasite of *Aedes communis* (DEG.) from Churchill, Manitoba, with observations of its incidence and bionomics. — *Canad. J. Zool.*, **38**, 465-474.
- 6c. GEMEINSAME WIRKUNG VON MIKRO- UND MAKROORGANISMEN (z. B. VIREN UND ENTOMOPHAGE INSEKTEN).
- 6c. ACTION CONJUGUÉE DES MICRO- ET MACRO-ORGANISMES (PAR EXEMPLE VIRUS ET INSECTES ENTOMOPHAGES).
- 6c. JOINT EFFECT OF MICRO- AND MACROORGANISMS (E.G. VIRUS AND ENTOMOPHAGOUS INSECTS).
- ARBATSKAJA, E. S. — 1959. A short review of the situation of the biological control of *Hyphantria cunea* DRURY in Slovakia. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 589-595 (Orig. russisch).
- BLUNCK, H. † & H. WILBERT. — 1959. Über den Ablauf einer Gradation von *Aporia crataegi* L. (Lep.) in Südwestdeutschland und deren Bewirkungsfaktoren. — *Verh. 4. Int. Pfl.schutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), **1**, 1015-1020.
- DROOZ, A. T. — 1960. The larch sawfly. Its biology and control. — *USDA Techn. Bull.* (1212), 1-51.
- DUTKY, S. R. — 1957. Report on white grub control project in Chile. — *Agric. téch. (Chile)*, **17** (2), 92-105.
- KOLOMIEC, N. G. — 1957. Stand und Aufgaben der biologischen Bekämpfung des Sibirischen Soünners. — *Izv. vostočn. Filial. Akad. Nauk SSSR (Novosibirsk)* (9), 110-118 (Orig. russisch).
- KOVAČEVIĆ, Ž. — 1959. Der Schwammspinner als ein biologisches Problem. — *Narodni Šumar*, **13** (9-10), 535-544 (Orig. kroatisch).
- LEROUX, E. J. & C. REIMER. — 1959. Variation between samples of immature stages, and of mortalities from some factors, of the eyespotted bud moth, *Spilonota ocellana* (D. & S.) (Lepidoptera: Olethreutidae), and the pistol casebearer, *Coleophora seratella* (L.) (Lepidoptera: Coleophoridae), on apple in Quebec. — *Canad. Entomologist*, **91**, 428-449.
- MUMA, M. H. — 1959. Natural control of Florida red scale on citrus in Florida by predators and parasites. — *J. econ. Ent.*, **52**, 577-586.
- PETERSON, B. V. — 1960. Notes on some natural enemies of Utah black flies (*Diptera: Simuliidae*). — *Canad. Entomologist*, **92**, 266-274.

- SIKURA, A. I. — 1959. Die Rolle biotischer Faktoren bei der Begrenzung der Zahl des amerikanischen Weissen Bärenspinners. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., ŠČERBINOVSKIJ, N. S. & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, 126-140 (Orig. russisch).
- STEVE, P. C. — 1959. Parasites and predators of *Fannia canicularis* (L.) and *Fannia scalaris* (F.). — *J. econ. Ent.*, **52**, 530-531.
- STRUBLE, G. R. — 1957. Biology and control of the white-fir sawfly. — *For. Sci.*, **3** (3), 306-313.
- STRUBLE, G. R. & M. E. MARTIGNONI. — 1959. Role of parasites and disease in controlling *Recurvaria milleri* BUSCK. — *J. econ. Ent.*, **52**, 531-532.
- SURANY, P. — 1960. Diseases and biological control in rhinoceros beetles *Oryctes* spp. (Scarabaeidae, Coleoptera). — *South Pacific Comm. Techn. Pap.* (128), 62 pp.
- TANADA, Y. — 1956. An annotated list of infectious diseases of insects in Hawaii. — *Proc. 8. Pacific Science Congr.*, **3** A, 1235-1250.
- TANADA, Y. & J. W. BEARDSLEY. — 1958. A biological study of the lawn armyworm, *Spodoptera mauritia* (BOISDUVAL), in Hawaii (Lepidoptera: Phalaenidae). — *Proc. Hawaii. ent. Soc.*, **16**, 411-436.
- WEGOREK, W. — 1959. Biological method. In : The Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* SAY). — *Prace Naukowe (Instytutu Ochrony Roślin)*, **1** (2), 1-178 (Orig. polnisch).

## 7. BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG VON UNKRÄUTERN.

## 7. LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MAUVAISES HERBES.

## 7. BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS.

- BESS, H. A. & F. H. HARAMOTO. — 1959. Biological control of pamakani, *Eupatoria adenophorum*, in Hawaii by a tephritid gall fly, *Procecidochares utilis*. 2. Population studies of the weed, the fly, and the parasites of the fly. — *Ecology*, **40**, 244-249.
- DODD, A. P. — 1959. The biological control of prickley pear in Australia. In : *Biogeography and Ecology in Australia* (edit. by KEAST, A., R. L. CROCKER & C. S. CHRISTIAN) [Ser. *Monographiae Biologicae*, **8**, 1959] — *Uitg. Dr. W. Junk*, Den Haag.
- FULLAWAY, D. T. — 1958. Importations of natural enemies of the weed, *Emex spinosa* CAMPD. — *Proc. Hawaii. ent. Soc.*, **16** (3), 359-360.
- LOPEZ VILLANUEVA, H. & G. OLALQUIAGA FAURE. — 1959. Biological control of St. Johns-wort in Chile. — *FAO Plant Prot. Bull.*, **7**, 144-146.
- PARKER, H. L. — 1960. Starvation tests with larvae of the cinnabar moth. — *J. econ. Ent.*, **53**, 772-773.
- WILLIAMS, J. R. — 1960. The control of black sage (*Cordia macrostachya*) in Mauritius : The introduction, biology and bionomics of a species of *Eurytoma* (Hymenoptera, Chalcidoidea). — *Bull. ent. Res.*, **50**, 123-132.

## 8. KOMBINATION BIOLOGISCHER UND CHEMISCHER VERFAHREN GEGEN ARTHROPODEN.

## 8. COMBINAISON DES MÉTHODES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES CONTRE LES ARTHROPODES.

## 8. INTEGRATION OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL METHODS AGAINST ARTHROPODS.

- AVRAMENKO, I. D. — 1959. Der Einfluss chemischer Behandlungen auf die Parasiten von *Diprion pini*. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 5-8 (Orig. russisch).

- BENASSY, H., H. BIANCHI & H. MILAIRE. — 1960. Observations sur la répercussion des traitements préconisés en vergers, sur *Prospaltella perniciosi* TOWER parasite spécifique de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. — *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 9, 29-36.
- BRAVENBOER, L. — 1959. The chemical and biological control of the glasshouse red spider *Tetranychus urticae* KOCH. — *Diss. Landbouwhogeschool*, Wageningen, 85 pp. (Orig. holländisch).  
— 1959 auch in: *Proefstat. Groenten-, Fruitteelt onder glas te Naaldwijk* (75), 1-85 (Orig. holländisch).
- BRUNSON, M. H. — 1960. Effect of parathion on parasites of Oriental fruit moth cocoons and *Trichogramma minutum* in peach orchards. — *J. econ. Ent.*, 53, 304-306.
- BURKE, H. R. — 1959. Toxicity of several insecticides to two species of beneficial insects on cotton. — *J. econ. Ent.*, 52, 616-618.
- CARLSON, E. C. — 1959. Evaluation of insecticides for lygus bug control and their effect on predators and pollinators. — *J. econ. Ent.*, 52, 461-466.
- CROWE, A. D. — 1960. Nova Scotia's modified control program. — *Amer. Fruit Grower*, Cleveland (Ohio), 58-59.
- DE BACH, P. & J. LANDI. — 1959. Integrating chemical, biological control by strip treatment. — *Calif. Citrogr.*, 44, 324, 345-347, 352.
- DE BACH, P., J. LANDI & L. JEPSON. — 1959. Integrated control measures; experiments in lemon grove near Carpinteria showed selective miticides to be compatible with biological control of red scale (*Aonidiella aurantii*). — *Calif. Agric.*, Berkeley, 13 (7), 12, 15.
- DJADEČKO, N. P. — 1959. Die Bedeutung der Räuber und Parasiten von *Hypo-nomeuta malinellus* L. und *H. padellus* L. in Abhängigkeit von der chemischen Behandlung der Gärten. — *Naučn. Trudy Ukrainskoj naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, 8, 199-204 (Orig. russisch).
- DJADEČKO, N. P. & K. M. FEDOTOVA. — 1959. Die Wirksamkeit von *Trichogramma cacoecia pallida* MEYER bei der Bekämpfung des Apfelwicklers in Abhängigkeit von der Anwendung von Insektiziden in Gärten. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled Inst. Zašč. Rast.*, 8, 163-170 (Orig. russisch).
- EVENHUIS, H. H. — 1959. The effect of some insecticides on the woolly aphid parasite, *Aphelinus mali*. — *Meded. Dir. Tuinbouw, 's-Gravenhage*, 22, 306-322.
- FLUITER, H. J. DE. — 1960. Harmonische Bekämpfung von Plagen im Land- und Gartenbau. — *Landbouw-Documentatie*, 16, 629-636 (Orig. holländisch).
- FRITZSCHE, R. — 1959. Untersuchungen zur Bekämpfung der Spinnmilben (*Tetranychus urticae* KOCH) an Stangen- und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.). — *Ztschr. angew. Zool.*, 46, 35-58.
- GAPRINDAŠVILI, N. K. & T. N. NOVICKAJA. — 1959. Über die Verbindung chemischer und biologischer Bekämpfungsmethoden gegen verschiedene Schädlinge von Citrusanpflanzungen in Grusien. — In: *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij*. (edit.: TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 26-34 (Orig. russisch).
- HUKUSIMA, S., C. TSUGAWA & K. TANEICHI. — 1958. Studies on the insect association in crop field. 15. The effect of spray practice by selective pesticides on the structures of arthropod community in apple orchard. — *Gifu Univ. Facul. Agric. Res.*, B, 9, 55-73 (Orig. japanisch).
- HUSSEINE, K. — 1958. The effect of insecticides on outbreaks of spider mites on cotton. — *Plant Prot. Bull.*, 6, 155-157.
- JONG, D. J. DE. — 1958. Untersuchungen über die Möglichkeit einer kombinierten chemisch-biologischen Bekämpfung von Lepidopteren in Obstanlagen, - Jaarverslag 1958, *Proefstat. voor de fruitteelt in de volle grond*, 45-48 (Orig. holländisch).
- KLOSTERMEYER, E. C. — 1959. Insecticide-induced population changes in four mite species on alfalfa. — *J. econ. Ent.*, 52, 991-994.

- KOVAČEVIČ, Ž. — 1959. Einfluss subletaler Konzentrationen der Insektizide auf das Erscheinen von Krankheiten bei einigen Insekten. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 115-119.
- KURANO, H. — 1959. Effects of insecticides upon *Anicetus beneficus*. — *Citrus*, 11, 54-56 (Orig. japanisch).
- LLTVINOV, B. M. — 1959. Der Baumweissling und seine Bekämpfung ohne Vernichtung der nützlichen Entomofauna. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 76-79 (Orig. russisch).
- LOZINSKIJ, V. A. & J. S. ROMANOVA. — 1959. Über den Einfluss der Flugzeugbekämpfung auf den Ringelspinner und seine Eiparasiten unter Waldbedingungen. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 80-84 (Orig. russisch).
- MACDONALD, D. R. — 1959. Biological assessment of aerial forest spraying against spruce budworm in New Brunswick. — *Canad. Entomologist*, 91, 330-336.
- MÜHLMANN, H. — 1960. Beobachtungen an einer Raubmilben-Population. — *Weinberg und Keller*, 7, 115-120.
- NEVKRYTA, A. N. — 1959. Über den Einfluss der Dichte des Bodens auf die Entwicklung der Muskardiose beim Rübenderbrüssler. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, 8, 43-49 (Orig. russisch).
- PATTERSON, N. A. — 1956. Changes caused by spray chemicals in the fauna of apple orchards in Nova Scotia. — *Int. Union Prot. Nat., Proc. and Papers Techn. Mtg.* (1954), 5, 123-125.
- PICKETT, A. D. — 1958. Pests and pesticides on apples in Atlantic Provinces. — *Proc. Agric. Pesticide Tech. Soc.*, 5, 54-55.  
— 1959. Utilization of native parasites and predators. — *J. econ. Ent.*, 52, 1103-1105.
- POSTNER, M. — 1959. Die Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* HUBAULT (Cecid., Dipt.) unter Berücksichtigung der Parasitierungsverhältnisse. — *Ztschr. angew. Ent.*, 45, 60-65.
- REDENZ-RÜSCH, I. — 1959. Untersuchungen über die Schädlings- und Nützlingsfauna einer Obstanlage im « Bergischen Land » und deren Beeinflussung durch chemische Bekämpfungsmittel. — *Höfchen-Briefe*, Leverkusen, 12, 171-258.
- REYNOLDS, H. T., V. M. STERN, T. R. FUKUTO & G. D. PETERSON. — 1960. Potential use of dylox and other insecticides in a control program for field crop pests in California. — *J. econ. Ent.*, 53, 72-78.
- RODENBERG, H. J. — 1958. Natural control and spraying in relation to beekeeping. — *Amer. Bee J.*, 98, 444.
- RÜHM, W. — 1959. Beeinflussung der Parasitenfauna der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* CHRIST) durch eine chemische Bekämpfung. — *Verh. 4. Int. Pflschutz-Kongr.* (Hamburg, 1957), 1, 979-983.
- ŠAPIRO, V. A. & K. V. KAMENKOVA. — 1956. Zum Schutz der Parasiten bei der Bekämpfung des Schwammspinner mit chemischen Mitteln. — *Lesn. Choz.*, 9 (12), 43 (Orig. russisch).
- ŠČEPETIL'NIKOVA, V. A. — 1959. Über eine Verbindung der Tätigkeit der Entomophagen mit chemischen und agrartechnischen Massnahmen. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 213-222 (Orig. russisch).
- SMIRNOV, B. A. — 1959. Wege zur Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit von Waldanpflanzungen gegen Insektenschäden. — In : *Biologičeskij Metod Bor'by s Vrediteljami Rastenij* (edit. : TELENGA, N. A., N. S. ŠČERBINOVSKIJ & N. P. DJADEČKO). — *Izdatel'stvo Akademii Nauk Ukrainskoj SSR*, Kiev, 141-146 (Orig. russisch).



- SMITH, R. F. & K. S. HAGEN. — 1959. Impact of commercial insecticide treatments. — *Hilgardia*, Berkeley, **29**, 131-154.  
— 1959. Integrated control programs in the future of biological control. — *J. econ. Ent.*, **52**, 1106-1108.
- SOL, R. & W. SANDERS. — 1959. Über die Empfindlichkeit von Syrphidenlarven gegen Pflanzenschutzmittel. — *Anz. Schäd.l.kunde*, **32**, 169-172.
- STEIN, W. — 1960. Untersuchungen über die Möglichkeit einer Bekämpfung von Raubmilben in Zuchten der Getreidemotte (*Sitotroga cerealella* OLIV.) durch Anwendung von Akariziden. — *Ztschr. Pfl.krankh.*, **67**, 77-87.
- STERN, V. M. & R. VAN DEN BOSCH. — 1959. Field experiments on the effects of insecticides. — *Hilgardia*, Berkeley, **29**, 103-130.
- STERN, V. M., R. VAN DEN BOSCH & H. T. REYNOLDS. — 1960. Effects of dylox and other insecticides on entomophagous insects attacking field crop pests in California. — *J. econ. Ent.*, **53**, 67-72.
- TELENGA, N. A. — 1959. Die Anwendung der Müskardinenpilze im Verein mit Insektiziden für die Bekämpfung der Schädlinginsekten. — *Trans. 1. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.* (Praha, 1958), 155-168.  
— 1959. Wege zur Rationalisierung der chemischen Schädlingsbekämpfung im Hinblick auf die Erhaltung der nützlichen Entomophagen. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 5-15 (Orig. russisch).
- TELENGA, N. A., N. P. DJADEČKO, G. N. ŽIGAĖV & K. N. FEDOTOVA. — 1959. Anwendung von *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. zur Bekämpfung von Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturen. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 16-42 (Orig. russisch).
- THOMAS, H. A., H. B. SPECHT & B. F. DRIGGERS. — 1959. Arthropod fauna found during the first-season trial of a selective spray schedule in a New Jersey apple orchard. — *J. econ. Ent.*, **52**, 819-820.
- WAY, M. J., D. G. GLYNNE-JONES & C. G. JOHNSON. — 1956. Work in England on effect of insecticides and other chemicals used in plant protection on beneficial insect and insect populations. — *Int. Union Prot. Nat., Proc. and Papers Techn. Mtg.* (1954), **5**, 114-121.
- WILDBOLZ, T. & W. VOGEL. — 1959. Über den Einfluss von intensiver und schonender Insektizidspritzung in Apfelanlagen. — *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau*, **68**, 78-86.
- ZACHARČENKO, N. L. — 1959. Die Anwendung des grünen Muskardini-Pilzes und von Hexa zur Bekämpfung der Larven des Rübenderbrüsslers. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 50-56 (Orig. russisch).  
— 1959. Der Einfluss der Anwendung von Erdmuskardini-Pilzen und von Hexa auf den physiologischen Zustand des Rübenderbrüsslers. — *Naučn. Trudy Ukrainsk. naučn.-issled. Inst. Zašč. Rast.*, **8**, 57-62 (Orig. russisch).
- ZOEBELEIN, G. — 1960. Zur Beeinflussung der Insektenfauna des Waldes durch chemische Grossschädlingsbekämpfung. 3. Mitteilung: Vergleichende Untersuchungen des Einflusses einer DDT-Behandlung mit TIFA-Gerät und mit Hubschrauber gegen die Kieferneule in Mittelfranken. — *Ztschr. angew. Ent.*, **45**, 320-330.



## LISTE D'IDENTIFICATION N° 3

(Présentée par le secrétariat du Service d'identification des Entomophages).

---

### I. PARASITES/HOTES

#### 1. HYMENOPTERA

##### A. Ichneumonoidea.

##### a) Ichneumonidae

*Agrypon flaveolatum* GRAV.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Campoplex ramidulus* BR.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Chorinaeus tricarinatus* HLGR.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Cremastus confluens* GR.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Cremastus interruptor* GR.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Diplazon abdinator* BRIDG.

*Cnemodon* sp., Diptera, Wageningen (NL), leg. H. EVENHUIS.

*Diplazon citropeccatoralis* SCHM.

*Cnemodon* sp., Diptera, Wageningen (NL), leg. H. EVENHUIS.

*Diplazon xanthaspis* THS.

*Cnemodon* sp., Diptera, Wageningen (NL), leg. H. EVENHUIS.

*Ephialtes buolianae* HART.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. VERBEKE.

*Ephialtes calobatus* GR.

*Argyresthia conjugella* ZELL., Lepidoptera, Giessen (D).

*Epiurus buolianae* HTG.

*Pelatea festivana* HB., Lepidoptera, Toscana (I), leg. MELIS.

*Eulimneria rufifemur* THOMS.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Exenterus abruptorius* THBG.

*Diprion sertifer* GEOFF., Hymenoptera, La Spezia (I), leg. VENTURI.

*Glypta resinana* HOLMG.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. VERBEKE.

*Hemiteles pulchellus* GRAV.

*Lithocolletis blancardella* F., Lepidoptera, Rimini (I), leg. PRINCIPI.

*Herpestomus brunneicornis* GR.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. VOGEL.

*Hoplocryptus signatorius* F.

*Osmia ferruginea* LATR., Hymenoptera, Sardegna (I), leg. G. GRANDI.

*Osmia aenea* F., Hymenoptera, Sardegna (I), leg. G. GRANDI.

*Horogenes armillatum* GRAV.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Isurgus marionellus* HOLMGR.

*Meligethes aeneus* F., Coleoptera, Kiel (D), leg. BUHL.

*Itoplectis maculator* F.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. V. LABEYRIE.

*Microcryptus abdominator* GR.

*Argyresthia conjugella* ZELL., Lepidoptera, Giessen (D).

*Perithous divinator* ROSSI.

*Pemphredon lethifer* SH., Hymenoptera, Bologna (I), leg. G. GRANDI.

*Phygadeuon pegomyiae* HOBERM.

*Pegomyia hyoscyami* PANZ., Diptera, Kiel (D), leg. BUHL.

*Pimpla turionellae* L.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. VOGEL.

*Pristomerus vulnerator* PANZ.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Trichomma enecator* ROSSI.

*Carpocapsa pomonella* L., Lepidoptera, Pforzheim (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Xylonomus clavicornis* KR.

*Pogonocherus hispidus* L., Coleoptera, Klagenfurt (A), leg. von DEMELT.

#### b) *Braconidae*

*Apanteles albipennis* NEES.

*Lozopera francillana* F., Lepidoptera, Ile Sainte-Marguerite (F), leg. LABEYRIE.

*Apanteles circumscriptus* NEES.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.



*Apanteles laevigatus* RATZ.

*Pityogenes chalcographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Apanteles xanthostigmus* HAL.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. V. LABEYRIE.

*Bassus (Microdus) mesoxanthus* SZÉPL.

*Earias insulana* BOISD., Lepidoptera, Manombo-Tuléar et Brickville (Madagascar), leg. CARESCHE.

*Bracon conjugellae* BENIGTS.

*Argyresthia conjugella* ZELL., Lepidoptera, Giessen (D).

*Bracon pulcher* BENIGTS.

*Argyresthia conjugella* ZELL., Lepidoptera, Giessen (D).

*Braunsia rufipes* NEES.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. LABEYRIE.

*Cenocoelius agricolator* L.

*Ips typographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. CHARARAS.

*Chelonus (Neochelonella) curvimaculatus* CAM.

*Platyedra gossypiella* SAUND., Lepidoptera, Manombo-Tuléar (Madagascar), leg. CARESCHE.

*Coeloides bostrychorum* GIR.

*Ips typographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Cryptalus piceae* RATZ., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Pityokteines curvidens* GERM., Coleoptera, Scythenex (F), leg. CHARARAS.

*Dacnusa gracilis* NEES.

*Psila rosae* F., Diptera, Stuttgart (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Dacnusa pubescens* CURT.

*Pegomyia hyoscyami* PANZ., Diptera, Kiel (D), leg. BUHL.

*Phytomyza rufipes* MEIGEN, Diptera, Kiel (D), leg. STEIN.

*Dacnusa temula* HAL.

*Scaptomyza flava* FALLEN, Diptera, Kiel (D), leg. STEIN.

*Dendrosoter middendorfi* RATZ.

*Cryptalus piceae* RATZ., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Diospilus oleraceus* HAL.

*Ceutorrhynchus pleurostigma* MARSH., Coleoptera, Kiel (D), leg. BUHL.

*Diospilus* (?) *rufipes* REINH.

*Pogonocherus hispidus* L., Coleoptera, Klagenfurt (A), leg. C. von DEMELT.

*Dolops* (?) *indagator* HAL.

*Pogonocherus hispidus* L., Coleoptera, Klagenfurt (A), leg. C. von DEMELT.

*Doryctes striatellus* NEES.

*Pogonocherus hispidus* L., Coleoptera, Klagenfurt (A), leg. C. von DEMELT.

*Ecphylus caudatus* RUSCHKA.

*Hypoborus ficus* ERICH, Coleoptera, Isola Gorgona (I), leg. MELIS.

*Macrocentrus abdominalis* F.

*Scythropia crataegella* L., Lepidoptera, Gisors (F), leg. MARTOURET.

*Meteorus obfuscatus* NEES.

*Orchesia micans* PANZ., Coleoptera, Esery (Haute-Savoie) (F), leg. POLUZZI.

*Meteorus thuringiacus* SCHMKN.

*Orchesia micans* PANZ., Coleoptera, Esery (Haute-Savoie) (F), leg. POLUZZI.

*Microgaster* (?) *pictipes* MARSH.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. V. LABEYRIE.

*Microgaster polita* MARSH.

*Argyresthia conjugella* ZELL., Lepidoptera, Giessen (D).

*Opius concolor* SZEPL.

*Dacus oleae* L., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Opius nitidulator* NEES.

*Pegomyia betae* CURT., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Orgilus obscurator* NEES.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Orgilus punctulator* NEES.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Gisors (F), leg. MARTOURET.

*Orgilus rugosus* v. *rufiventris* FAHR.

*Coleophora nigricella* STG., Lepidoptera, Rimini (I), leg. PRINCIPI.

*Perilitus* (?) *rutilus* NEES.

*Pityokteines curvidens* GERM., Coleoptera, Scythenex (F), leg. CHARARAS

*Rhogas testaceus* SPIN.

*Earias insulana* BOISD., Alger (Algérie), leg. FREZAL.

*Spathius lignarius* RATZ.

*Pogonocherus hispidus* L., Coleoptera, Klagenfurt (A), leg. C. von DEMELT.

*Triaspis striola* THOMS.

*Ceutorrhynchus pleurostigma* MARSH., Coleoptera, Kiel (D), leg. BUHL.

#### c) *Aphidiidae*

*Lipolexis gracilis* FOERSTER.

*Sappaphis plantaginea* PASS., Hemiptera, Versailles (F), leg. BONNEMAISON.

#### B. *Chalcidoidea*.

##### a) *Chalcididae*

*Brachymeria intermedia* NEES.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. V. LABEYRIE.

*Brachymeria intermedia* NEES, var. *scirropoda* FÖRST.

*Argyroploce variegana* HB., Lepidoptera, Rimini (I), leg. PRINCIPI.

*Hockeria bifasciata* WALK.

*Luffia lapidella* GOETZ, Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Luffia ferchaultella* STEPH., Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

#### b) *Torymidae*

*Diomorus calcaratus* NEES.

*Pemphredon lethifer* SH., Hymenoptera, Bologna (I), leg. G. GRANDI.

*Syntomaspis cerri* MAYR.

*Dryocosmus australis* MAYR, Hymenoptera, Marseille (F), leg. P. FAVARD.

*Torymus* (?) *scoparii* HOFFM.

*Dryocosmus australis* MAYR, Hymenoptera, Marseille (F), leg. P. FAVARD.

#### c) *Eurytomidae*

*Decatoma binotata* FONSC.

*Dryocosmus australis* MAYR, Hymenoptera, Marseille (F), leg. FAVARD.

*Plagiotrochus fusifex* MAYR, Hymenoptera, Marseille (F), leg. FAVARD.

*Decatoma concinna* BOH.

*Dryocosmus australis* MAYR, Hymenoptera, Marseille (F), leg. P. FAVARD.

*Eurytoma crassinervis* THS.

*Pityogenes chalcographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Eurytoma nodularis* BOH.

*Pemphredon lethifer* SH., Hymenoptera, Bologna (I), leg. G. GRANDI.

*Kaltenbachia* sp., Hymenoptera, Sardegna (I), leg. G. GRANDI.

*Eurytoma wachlii* MAYR.

*Pityophthorus pubescens* MARSH., Coleoptera, Isola d. Gorgona (I), leg. MELIS.

#### d) *Perilampidae*

*Perilampus tristis* MAYR.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

#### e) *Eupelmidae*

*Anastatus disparis* RUSCHKA.

*Lymantria dispar* L., Lepidoptera, Hvar (Y), leg. M. TADIĆ.

*Lymantria dispar* L., Lepidoptera, Espagne.

*Eupelmella müllneri* RUSCHKA.

*Dacus oleae* L., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Eupelmella vesicularis* RATZ.

*Ips typographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Eupelmus martellii* MASI.

*Dacus oleae* L., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Eupelmus spongipartus* FOERST.

*Luffia lapidella* GOETZ, Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Luffia ferchaultella* STEPH., Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Eupelmus urozonus* DALM.

*Pelatea fetivana* HB., Lepidoptera, Toscana (I), leg. MELIS.

#### f) *Pteromalidae*

*Cheipachys colon* L.

*Ips typographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Cyrtotypx dacicida* MASI.

*Dacus oleae* L., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Dibrachys braconidis* FER.

*Luffia lapidella* GOETZ, Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Luffia ferchaultella* STEPH., Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Dibrachys cavius* WALK.

*Luffia lapidella* GOETZ, Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Luffia ferchaultella* STEPH., Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Dinotiscus capitatus* FÖRST.

*Pityogenes chalcographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Cryphalus piceae* RATZ., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Euneura ratzeburgi* REINH.

*Lachnus pini* L., Homoptera, Freiburg i. Br. (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Mesopolobus amaenus* WALK.

*Dryomyia lichtensteini* LOEW., Hymenoptera, Pisa (I), leg. FREDIANI.

*Mesopolobus mediterraneus* MAYR.

*Dryomyia lichtensteini* LOEW., Hymenoptera, Pisa (I), leg. FREDIANI.

*Mesopolobus tibialis* WESTW.

*Plagiotrochus ilicis* MAYR, Hymenoptera, Pisa (I), leg. FREDIANI.

*Pachyceras xylophagorum* RATZ.

*Ips typographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Cryphalus piceae* RATZ., Coleoptera, Scythenex (F), leg. C. CHARARAS.

*Pityokteines curvidens* GERM., Coleoptera; Scythenex (F), leg. CHARARAS.

*Rhopalicus tutela* WALK.

*Pityogenes chalcographus* L., Coleoptera, Scythenex (F), leg. CHARARAS.

*Pityokteines curvidens* GERM., Coleoptera, Scythenex (F), leg. CHARARAS.



g) *Encyrtidae*

*Ageniaspis fuscicollis* DALM.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Anabrolepis zetterstedti* WESTW.

*Quadraspidiotus* sp., Homoptera, N. Italie, leg. NEUFFER.

*Copidosoma filicorne* DALM.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Langerlo (B), leg. J. VERBEKE.

*Copidosoma geniculatum* DALM.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Freiburg i. Br. (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Copidosoma woronieckae* NOV.

*Blastodacna putripennella* ZELL., Lepidoptera, Stuttgart (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Habrolepis pascuorum* MERC.

*Aspidiotus perniciosus* COMST., Homoptera, Kikinda (Y), leg. M. TADIĆ.

*Homalotylus flaminus* DALM.

*Scymnus syriacus* MARS., Coleoptera, Gize (Égypte), leg. HAFEZ.

*Microterys frontatus* MERC.

*Coccus mangifera* GREEN, Homoptera, Rehovot (Israël), leg. I. HARPAZ.

*Microterys lunatus* DALM.

*Nidularia pulvinata* PLANCH., Homoptera, La Spezia (I), leg. VENTURI.

*Ooencyrtus kuwanae* HOW.

*Lymantria dispar* L., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. TADIĆ.

*Lymantria dispar* L., Lepidoptera, Espagne.

*Ooencyrtus pityocampae* MERCET.

*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., Lepidoptera, Split (Y), leg. TOMINIĆ.

*Plagiomerus diaspidis* CRAWF.

*Diaspis echinocacti* BCHÉ, Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

h) *Aphelinidae*

*Aneristus ceroplastae* HOW.

*Saissetia nigra* NIETN., Homoptera, Bogor (Java), leg. TJOA TJEN MO.

*Aphelinus chaonia* WALKER.

*Doralis fabae* SCOP., Homoptera, Göttingen (D), leg. H. PRILOP.

*Aphelinus semiflavus* HOW.

*Myzus persicae* SULZ., Homoptera, Bonn (D), leg. WILBERT.

*Aphytis aonidiae* MERC.

*Aonidia lauri* SIGN., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Aphytis boveili* MALEN.

*Aspidiotus hederæ* VALL., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Aphytis mytilaspidis* LE B.

*Aspidiotus perniciosus* COMST., Homoptera; Zagreb, Ljubljana, Kikinda, Skoplje (Y), leg. M. TADIĆ.

*ex-Cochenille*, Homoptera, Osijek, Kikinda, Novi-Knezevac, Kladovo, Skoplje, Kicevo (Y), leg. M. TADIĆ.

*ex-Cochenille*, Homoptera, Zagreb, Ljubljana, Čakovec, Maribor, Nova-Rodgona (Y), leg. M. TADIĆ.

*ex-Cochenille*, Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Aphytis proclia* WALKER.

*Aspidiotus perniciosus* COMST., Homoptera, Zagreb, Ljubljana, Osijek, Kikinda, Skoplje (Y), leg. M. TADIĆ.

*ex-Cochenille*, Homoptera, Zagreb, Ljubljana, Osijek, Kikinda, Skoplje (Y), leg. M. TADIĆ.

*Quadraspidotus* spp., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Aspidiotiphagus citrinus* CRAW.

*ex-Cochenille*, Homoptera, Ohrid (Y), leg. M. TADIĆ.

*Coccophagoides similis* MASI. (forme brachyptère)

*Quadraspidotus ostreaeformis* CURT., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Coccophagus bogoriensis* KÖN.

*Saissetia nigra* NIETN., Homoptera, Bogor (Java), leg. TJOA TJIEN MO.

*Coccophagus eritreensis* COMP.

*Coccus mangifera* GREEN, Homoptera, Rehovot (Israël), leg. I. HARPAZ.

*Coccophagus scutellaris* DALM.

*Pulvinaria mesembrianthemii* VALL., Homoptera, La Spezia (I), leg. VENTURI.

*Prospaltella berlesei* HOW.

*Pseudaulacaspis pentagona* TARG., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Prospaltella fasciata* MALEN.

*Quadraspidotus* spp., Homoptera, Italie, leg. NEUFFER.

*Prospaltella leucaspidis* MERC.

*Leucaspis pusilla* LÖW., Homoptera, N. Italie, leg. NEUFFER.

i) *Thysanidae**Signiphorella merceti* MALEN.

*Unaspis evonymi* COMST., Homoptera, N. Italie, leg. NEUFFER.

k) *Elasmidae**Elasmus albipennis* THOMS.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Elasmus rufiventris* FERR.

*Luffia lapidella* GOETZ, Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

*Luffia ferschaultella* STEPH., Lepidoptera, Oise (F), leg. J. DE BEAUMONT.

l) *Tetracampidae*

*Foersterella flavipes* FOERST.

*Cassida deflorata* SUFFR., Coleoptera, Pegomas, Macau (F); leg. LABEYRIE.

m) *Eulophidae*

*Achrysocharella ruforum* KRAUSSE.

*Neodiprion sertifer* GEOFFR., Hymenoptera, Malacky (Tchécoslovaquie),  
leg. K. CARL.

*Chrysocharis petiolata* THOMS.

*Scaptomyza flava* FALLEN; Diptera, Kiel (D), leg. STEIN.

*Chrysocharis scutellaris* THOMS.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Chrysocharis syma* WALK.

*Phytomyza* sp., Diptera, Kiel (D), leg. STEIN.

*Cirrospilus unistriatus* FÖRST.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Colpoclypeus silvestrii* LUCCH.

*Eulia pulchellana* HW., Lepidoptera, Montpellier (F), leg. SCHAEFFER.

*Dipriocampe diprioni* FERR.

*Neodiprion sertifer* GEOFFR., Hymenoptera, Malacky (Tchécoslovaquie),  
leg. K. CARL.

*Pediobius* (?) *pyrgo* WALK.

*Tortrix pronubana* HB., Lepidoptera, Antibes (F), leg. V. LABEYRIE.

*Pnigalio mediterraneus* FERR. et DEL.

*Dacus oleae* L., Diptera, Libye, leg. H. MARTIN.

*Sympiesis sericeicornis* NEES.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Sympiesis stramineipes* THOMS.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Tetrastichus bruzzoni* MASI.

*Cassida nebulosa* L., Coleoptera, Nyon (CH), leg. MURBACH.

*Cassida deflorata* SUFFR., Coleoptera, Bordeaux, Bazeus, Montagnac,  
Praysac, Lusignan (F), leg. LABEYRIE.

*Tetrastichus evonymellae* BÉ.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Suisse centrale, leg. W. VOGEL.

*Tetrastichus platanellus* MERC.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Tetrastichus tibialis* KUNDJ.

*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF., Lepidoptera, Split (Y), leg. TOMINIĆ.

*Tetrastichus turionum* HART.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF., Lepidoptera, Freiburg i. Br. (D), leg. H. ZWÖLFER.

*Tetrastichus xanthops* RATZ.

*Lithocolletis platani* STGR., Lepidoptera, Yougoslavie, leg. M. BOGAVAC.

*Thripobius hirticornis* FERR.

*Retithrips* sp., Thysanoptera, Bogor (Java), leg. TJOA TJEN MO.

#### n) *Trichogrammatidae*

*Monorthochaeta nigra* BLOOD et KR.

*Cassida deflorata* SUFFR., Coleoptera, La Tour Bas Elne, Pegomas, Macau (F), leg. LABEYRIE.

*Trichogramma evanescens* WALK. (s.l.).

*Cassida deflorata* SUFFR., Coleoptera, La Tour Bas Elne (F), leg. LABEYRIE.

#### o) *Mymaridae*

*Anaphes panonica* SOYKA.

*Cassida rubiginosa* MÜLLER, Coleoptera, La Spezia (I), leg. VENTURI.

*Cassida algerica* LUCAS, Coleoptera, La Spezia (I), leg. VENTURI.

*Fulmekiella ovata* SOYKA.

*Cassida deflorata* SUFFR., Coleoptera, La Tour Bas Elne, Macau (F), leg. LABEYRIE.

*Polynema woodi* HINCKS.

*ex-Cochenille*, Homoptera; Kikinda (Y), leg. M. TADIĆ.

(il est très douteux que l'hyménoptère soit parasite de Cochenille).

#### C. *Proctotrupoidea*.

##### a) *Platygasteridae*

*Platygaster hiemalis* FORB.

*Mayetiola destructor* SAY, Diptera, Kiel (D), leg. BUHL.

##### b) *Gasteruptionidae*

*Gasteruption variolosum* AB.

*Pemphredon lethifer* SH., Hymenoptera, Bologna (I), leg. G. GRANDI

## 2. DIPTERA

##### a) *Tachinidae*

*Zenillia libatrix* PANZ.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Gisors (F), leg. MARTOURET.

##### b) *Syrphidae*

*Xanthandrus comtus* HAR.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL., Lepidoptera, Bernay (F), leg. MARTOURET.



## II. HOTES-PARASITES

1. *Coleoptera*

*Cassida algirica* LUCAS.

*Anaphes pannonica* SOYKA, Chalc. Mymaridae, avril 1958, det. BAKKENDORF.

*Cassida deflorata* SUFFR.

*Foersterella flavipes* FOERSTER, Chalc. Tetracampidae, juin 1959; *Fulmekiella ovata* SOYKA, Chalc. Mymaridae, mai-juin 1959, mâles et femelles; *Monorthochaeta nigra* BLOOD et KR., mai-juin 1959, mâles et femelles, et *Trichogramma evanescens* WALK. (s.l.), Chalc. Trichogrammatidae, avril 1959, mâles, det. BAKKENDORF.

*Tetrastichus bruzzoni* MASI, Chalc. Eulophidae, 112 exemplaires, juin 1957 et 1959, det. DOMENICHINI.

*Cassida nebulosa* L.

*Tetrastichus bruzzoni* MASI, Chalc. Eulophidae, det. DOMENICHINI.

*Cassida rubiginosa* MÜLLER.

*Anaphes pannonica* SOYKA, Chalc. Mymaridae, mâles et femelles, det. BAKKENDORF.

*Ceutorrhynchus pleurostigma* MARSH.

*Diospilus oleraceus* HAL. et *Triaspis striola* THOMS., Ichn. Braconidae, det. JANSSEN et FERRIÈRE.

*Cryphalus piceae* RATZ.

*Coeloides bostrychorum* GIR., mâles et femelles, et *Dendrosoter middendorfi* RATZ., femelle, août 1957, Ichn. Braconidae, det. FERRIÈRE; *Dinotiscus capitatus* FÖRST., femelle, et *Pachycerus xylophagorum* RATZ., mâles et femelles, Chalc. Pteromalidae, août 1957, det. DELUCCHI.

*Hypoborus ficus* ERICH.

*Ecphyllus caudatus* RUSCHKA, Ichn. Braconidae, mâles et femelles, septembre 1958, det. FISCHER.

*Ips typographus* L.

*Cenocoelius agriculator* L., femelle, et *Coeloides bostrychorum* GIR., mâles et femelles, Ichn. Braconidae; *Eupelmella vesicularis* RATZ., Chalc. Eupelmidae, femelle, août 1957, det. FERRIÈRE.

*Cheilopachys colon* L. et *Pachycerus xylophagorum* RATZ., Chalc. Pteromalidae, mâle et femelle, août 1957, det. DELUCCHI.

*Meligethes aeneus* F.

*Isurgus marionellus* HOLMGR., Ichn. Ichneumonidae, femelles, det. JANSSEN et FERRIÈRE.

*Orchesia micans* PANZ.

*Apanteles* sp., femelle; *Meteorus obfuscatus* NEES et *Meteorus thuringiacus* SCHMKN., mâles et femelles, Ichn. Braconidae, mai-juin 1958, det. FISCHER.

*Pityogenes chalcographus* L.

*Apanteles laevigatus* RATZ., Ich. Braconidae, femelle, et *Eurytoma crassinervis* THOMS., Chalc. Eurytomidae, mâle, août 1957, det. FERRIÈRE.

*Dinotiscus capitatus* FÖRST., femelle, et *Rhopalicus tutela* WALK., mâle, Chalc. Pteromalidae, août 1957, det. DELUCCHI.

*Pityokteines curvidens* GERM.

*Coeloides bostrychorum* GIR., mâles, et *Perilitus* (?) *rutilus* NEES, femelle, Ichn. Braconidae, novembre 1957, det. FERRIÈRE.

*Pachyceras xylophagorum* RATZ., et *Rhopalicus tutela* WALK., mâles, novembre 1957, det. DELUCCHI.

*Pogonocherus hispidus* L.

*Ephialtes* sp., mâle, et *Xylonomus clavicornis* KR., mâle et femelle, Ichn. Ichneumonidae; *Diospilus* (?) *rufipes* REINH.; *Dolops* (?) *indagator* HAL., et *Doryctes striatellus* NEES, mâles et femelles, Ichn. Braconidae; *Polymoria* sp., Chalc. Eupelmidae, mâle, det. FERRIÈRE.

*Pityophthorus pubescens* MARSH.

*Eurytoma wachthli* MAYR, Chalc. Eurytomidae, septembre 1958, det. CLARIDGE.

*Scymnus syriacus* MARS.

*Homalotylus flaminius* DALM., Chalc. Encyrtidae, mâles, det. FERRIÈRE.

*Sphaeroderma rubidum* GRAELLS.

*Anaphes* sp., Chalc. Mymaridae, mâle et femelle, octobre 1957, det. BAKKENDORF.

*Pnigalio* sp., Chalc. Eulophidae, femelle, janvier 1957, det. DOMENICHINI.

## 2. Hymenoptera

*Dryocosmus australis* MAYR.

*Decatoma binotata* FONSC. et *Decatoma concinna* BOH., Chalc. Eurytomidae; *Syntomaspis cerri* MAYR et *Torymus* (?) *scoparii* HOFFM., Chalc. Torymidae, det. FERRIÈRE.

*Dryomyia lichtensteini* LOEW. (ex-galles).

*Mesopolobus amoenus* WALK. et *Mesopolobus mediterraneus* MAYR, Chalc. Pteromalidae, det. FERRIÈRE.

*Neodopriion sertifer* GEOFFR.

*Exenterus abruptorius* THBG., Ichn. Ichneumonidae, mâle et femelles, det. HINZ.

*Achrysocharella ruforum* KRAUSSE, *Dipriocampe diprioni* FERR. et *Tetrastichus* sp., Chalc. Eulophidae, mâles et femelles, det. FERRIÈRE.

*Osmia aenea* F.

*Hoplocryptus signatorius* F., femelles, et *Kaltenbachia* sp., mâle, Ichn. Ichneumonidae; *Eurytoma nodularis* BOH., Chalc. Eurytomidae, mâle et femelle, det. FERRIÈRE.

*Osmia ferruginea* LATR.

*Hoplocryptus signatorius* F., Ichn. Ichneumonidae, femelle, det. FERRIÈRE.

*Pemphredon lethifer* SH.

*Perithous divinator* ROSSI, Ichn. Ichneumonidae, femelle; *Diomorus calcaratus* NEES, Chalc. Torymidae, mâle et femelle; *Eurytoma nodularis* BOH., Chalc. Eurytomidae, femelle; *Gasteruption variolosum* AB., Proct. Gasteruptionidae, femelle, det. FERRIÈRE.

*Plagiotrochus fusifex* MAYR.

*Decatoma binotata* FONSC., Chalc. Eurytomidae, det. FERRIÈRE.

*Plagiotrochus ilicis* (F) MAYR (ex-galles).

*Mesopolobus tibialis* WESTW., Chalc. Pteromalidae, det. FERRIÈRE.

*Trichiosoma tibialis* ST.

*Eulophidae* n.g., près de *Cycloscapus*, Chalc., mai 1958, det. DOMENICHINI.

3. *Lepidoptera**Argyresthia conjugella* ZELL.

*Ephialtes calobatus* GR., mâle; *Hemiteles* sp., femelle; *Microcryptus abdominalis* GR., femelle, Ichn. Ichneumonidae; *Bracon conjugellae* BENGTS, mâle et femelles; *Bracon pulcher* BENGST, femelles; *Microgaster polita* MARSH., mâles et femelles, Ichn. Braconidae, det. FERRIÈRE.

*Argyroplote variegana* HB.

*Habrobracon* sp., Ichn. Braconidae, 7 exemplaires, mai 1958, det. FISCHER.  
*Brachymeria intermedia* NEES, var. *scirripoda* FÖRST., Chalc. Chalcididae, mâle, mai 1958, det. STEFFAN.

*Blastodacna putripennella* ZELL.

*Copidosoma woronieckae* NOV., Chalc. Encyrtidae, mâles, juin 1957, det. JANSSEN.

*Carpocapsa pomonella* L.

*Trichomma enecator* ROSSI, Ichn. Ichneumonidae, mâle et femelles, juin 1958, det. JANSSEN.

*Coleophora anatipennella* HB.

*Apanteles* sp., Ichn. Braconidae, juin 1958, det. FISCHER.

*Coleophora nigricella* STG.

*Apanteles* sp., *Microdus* (*Bassus*) sp. et *Orgilus rugosus* var. *rufiventris* FAHR., Ichn. Braconidae, juin 1958, det. FISCHER.

*Dioryctria abietella* ZK.

*Lissonota* sp., Ichn. Ichneumonidae, femelle, juin 1954, det. HINZ.

*Dioryctria mendacella* STGR.

*Nemeritis* sp., Ichn. Ichneumonidae, femelle, juin 1958, det. HINZ.

*Dioryctria splendidella* H.S.

*Phacogenes* sp., Ichn. Ichneumonidae, août 1958, det. AUBERT et PERKINS.

*Earias insulana* BOISD.

*Bassus* (*Microdus*) *mesoxanthus* SZÉPL. et *Rhogas testaceus* SPIN., Ichn. Braconidae, mâles et femelles, det. FISCHER.

*Perilampus* sp., Chalc. Perilampidae, det. STEFFAN.

*Eulia pulchellana* HW.

*Colpoclypeus silvestrii* LUCCH., Chalc. Eulophidae, mars 1959, det. FERRIÈRE.

*Gastropacha quercifolia* L.

*Telenomus* sp., Proct. Scelionidae, mâles et femelles, octobre 1958, det. MASNER.

*Grapholita funebrana* TR.

*Cecidonomus inimicus* GRAY. et *Cecidonomus inimicus* var. *gallicola* BRIDG., mâles et femelles; *Ephialtes discolor* BR., mâles, Ichn. Ichneumonidae, det. JANSSEN.

*Hyponomeuta malinellus* ZELL.

*Agrypon flaveolatum* GRAY., *Chorinaeus tricarinatus* HLGR., *Herpestomus brunneicornis* GR., *Horogenes armillatum* GRAY., Ichn. Ichneumonidae; *Ageniaspis fuscicollis* DALM., Chalc. Encyrtidae; *Elasmus albipennis* THOMS., Chalc. Elasmidae; *Tetrastichus evonymellae* BÉ, Chalc. Eulophidae, det. FERRIÈRE. *Orgilus punctulator* NEES, Ichn. Braconidae, août 1958, det. FISCHER. *Zenillia libatrix* PANZ., Dipt. Tachinidae, juillet-août 1958, det. HERTING. *Xanthandrus comtus* HAR., Dipt. Syrphidae, juillet 1958, det. SCHNEIDER.

*Leucoptera scitella* Z.

*Tetrastichus* sp., Chalc. Eulophidae, mai 1957, det. BESUCHET (1 mâle défectueux).

*Lithocolletis blancardella* F.

*Hemiteles pulchellus* GRAY., Ichn. Ichneumonidae, mâle, juin 1958, det. AUBERT.

*Lithocolletis platani* STGR.

*Apanteles circumscriptus* NEES., Ichn. Braconidae, mâles; *Chrysocharis scutellaris* THOMS., mâle et femelle; *Cirrospilus unistriatus* FÖRST., femelle; *Sympiesis sericeicornis* NEES, mâle; *S. stramineipes* THOMS., femelle; *Tetrastichus xanthops* RATZ. et *T. platanellus* MERCET, mâles et femelles, Chalc. Eulophidae, det. FERRIÈRE.

*Lozopera francillana* F.

*Apanteles albipennis* NEES, Ichn. Braconidae, mâle, août 1958, det. FISCHER.

*Luffia lapidella* GOETZ et *L. ferchaultella* STEPH.

*Hockeria bifasciata* WALK., Chalc. Chalcididae, femelle; *Eupelmus spongipartus* FÖRST., Chalc. Eupelmidae, femelles; *Dibrachys cavus* WALK. et *D. braconidis* FERR., Chalc. Pteromalidae, mâle et femelles; *Elasmus rufiventris* FERR., Chalc. Elasmidae, femelle; *Elachertus* sp., Chalc. Eulophidae, mâle et femelle, det. FERRIÈRE.

*Lymantria dispar* L.

*Anastatus disparis* RUSCHKA, Chalc. Eupelmidae, mâles et femelles; *Ooencyrtus kuzanae* HOW., Chalc. Encyrtidae, septembre 1958, mâles et femelles, det. FERRIÈRE.

*Pelatea festivana* HB.

*Epiurus buolianae* HTG., femelle, et *Glypta* sp., mâle et femelle, Ichn. Ichneumonidae, juin 1958, det. HINZ. *Eupelmus urozonus* DALM., Chalc. Eupelmidae, juin 1958, det. FERRIÈRE.



*Prays oleellus* F.

*Exochus notatus* HLGR., Ichn. Ichneumonidae, femelle, det. HINZ. *Horogenes armillatum* GRAY., Ichn. Ichneumonidae, femelle, det. AUBERT. *Rogas testaceus* SPIN. et *Apanteles* sp., Ichn. Braconidae, det. FISCHER. *Elasmus flabellatus* FONSCH., Chalc. Elasmidae, mâles et femelles, det. FERRIÈRE.

*Rhyacionia buoliana* SCHIFF.

*Campoplex ramidulus* BR., *Cremastus confluent* GR., *C. interruptor* GR., *Ephialtes buolianae* HART., *Eulimneria rufifemur* THOMS., *Glypta resinana* HOLMG. et *Pristomerus vulnerator* PANZ., Ichn. Ichneumonidae, mâles et femelles, mai-juillet 1957; *Orgilus obscurator* NEES, Ichn. Braconidae, mâles et femelles, mai-juillet 1957; *Perilampus tristis* MAYR, Chalc. Perilampidae, femelles, mai-juillet 1957; *Copidosoma filicorne* DALM. et *C. geniculatum* DALM., Chalc. Encyrtidae, mâles et femelles, mai-juillet 1957; *Tetrastichus turionum* HART., Chalc. Eulophidae, mai-juillet 1957, det. FERRIÈRE.

*Seythropia crataegella* L.

*Macrocentrus abdominalis* F., Ichn. Braconidae, août 1958, femelles, det. FISCHER.

*Swamerdamia pyrella* WILL.

*Cecidonomus inimicus* GRAY. et *C. i.* var. *gallicola* GRIDG.; *Hemiteles* (?) *rufofacialis* SCHM., Ichn. Ichneumonidae, mâles et femelles, det. JANSSEN.

*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.

*Ooencyrtus pityocampae* MERCET., Chalc. Encyrtidae; *Tetrastichus tibialis* KURDJ., Chalc. Eulophidae, det. FERRIÈRE.

*Tortrix pronubana* HB.

*Hoptectis maculator* F. et *Phaeogenes* sp., Ichn. Ichneumonidae; *Apanteles xanthostigmus* HAL. et *Apanteles* sp.; *Braunsia rufipes* NEES, *Microgaster* (?) *pictipes* MARSH., Ichn. Braconidae; *Brachymeria intermedia* NEES, Chalc. Chalcididae; *Pediobius* (?) *pyrgo* WALK. et *Tetrastichus* sp., Chalc. Eulophidae, det. FERRIÈRE.

4. *Diptera*.*Cnemosdon* sp.

*Diplazon abdominalis* BRIDG., femelle; *D. citropectoralis* SCHM. mâles, et *D. xanthaspis* THOMS, mâles et femelles, Ichn. Ichneumonidae; *Syrphophagus* sp. (? nov.), Chalc. Encyrtidae, mâle et femelle, det. FERRIÈRE.

*Dacus oleae* L.

*Opius concolor* SZPÉL., Ichn. Braconidae; *Eupelmella müllneri* RUSCHKA, et *Eupelmus martellii* MASI, Chalc. Eupelmidae; *Cyrtomyza dacicida* MASI, Chalc. Pteromalidae; *Phygadeuon mediterraneus* FERR. et DEL., Chalc. Eulophidae, det. FERRIÈRE.

*Dasyneura brassicae* WIHN.

*Platygaster* sp. et *Prosactogaster* sp., Proct. Platygasteridae, det. MASNER.

*Mayetiola destructor* SAY.

*Platygaster hiemalis* FORB., Proct. Platygasteridae, det. FERRIÈRE et JANSSEN.

*Pegomyia betae* CURT.

*Opius nitidulator* NEES, Ichn. Braconidae, det. FERRIÈRE.

*Pegomyia hyoscyami* PANZ.

*Phygadeuon pegomyiae* HOBERM., Ichn. Ichneumonidae; *Dacnusa pubescens* CURT., *Opius* sp., Ichn. Braconidae, det. FERRIÈRE et JANSSEN.

*Phytomyza rufipes* MEIGEN.

*Dacnusa pubescens* CURT., Ichn. Braconidae, det. JANSSEN et FERRIÈRE.

*Psila rosae* F.

*Dacnusa gracilis* NEES, Ichn. Braconidae, femelle, janvier 1955, det. JANSSEN.

*Scaptomyza flava* FALL.

*Dacnusa femula* HAL., Ichn. Braconidae; *Chrysocharis petiolata* THOMS., Chalc. Eulophidae, mâles et femelles, det. JANSSEN et FERRIÈRE.

### 5. Homoptera.

*Aonidia lauri* SIGN.

*Aphytis aonidiae* MERCET, Chalc. Aphelinidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Aspidiotus permiciosus* COMST.

*Habrolepis pascuorum* MERCET, Chalc. Encyrtidae, femelle; *Aphytis mytilaspidis* LE B. et *A. proclia* WALK., Chalc. Aphelinidae, femelles; *Matritia* sp., Chalc. Thysanidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Coccus mangifera* GREEN.

*Microterys frontatus* MERCET, Chalc. Encyrtidae, femelles, avril 1958; *Coccophagus eritreensis* COMP., Chalc. Aphelinidae, femelles, avril 1958, det. FERRIÈRE.

*Diaspi echinocacti* BCHÉ.

*Plagiomerus diaspidis* CRAWFORD, Chalc. Encyrtidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Doralis fabae* SCOP.

*Aphelinus chaonia* WALK., Chalc. Aphelinidae, mars 1958, det. FERRIÈRE.

*Lachnus pini* L.

*Euneura ratzeburgi* REINH., Chalc. Pteromalidae, femelles, det. FERRIÈRE.

*Leucaspis pusilla* LOEW.

*Prospaltella leucaspidis* MERCET, Chalc. Aphelinidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Myzus persicae* SULZ.

*Aphelinus semiflavus* HOW., Chalc. Aphelinidae, mâles et femelles, det. JANSSEN.

*Nidularia pulvinata* PLANCH.

*Microterys lunatus* DALM., Chalc. Encyrtidae, mai 1958, mâles et femelles, det. FERRIÈRE.

*Pseudaulacaspis pentagona* TARG.

*Prospaltella berlisei* HOW., Chalc. Aphelinidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Pulvinaria mesembrianthemis* VALL.

*Coccophagus scutellaris* DALM., Chalc. Aphelinidae, août 1958, femelles, det. FERRIÈRE.

*Quadraspidiotus ostraeaformis* CURT.

*Coccophagoides similis* MASI, Chalc. Aphelinidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.

Voir *Aspidiotus*.

*Quadraspidiotus* sp.

*Anabrolepis zetterstedti* WESTW., Chalc. Encyrtidae; *Aphytis proclia* WALK., et *Prospaltella fasciata* MALEN., Chalc. Aphelinidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

*Saissetia nigra* NIETN.

*Aneristus ceroplastae* HOW. et *Coccophagus bogoriensis* KÖN., Chalc. Aphelinidae, mars 1957, det. FERRIÈRE.

*Sappaphis plantaginea* PASS.

*Lipolexis gracilis* FÖRST., Ichn. Aphidiidae, mâles et femelles, det. MACKAUER.

*Unaspis evonymi* COMST.

*Signiphorella mercei* MALEN., Chalc. Thysanidae, août 1958, det. FERRIÈRE.

#### 6. Thysanoptera.

*Retithrips* sp.

*Thripobius hirticornis* FERR., Chalc. Eulophidae, mars 1957, det. FERRIÈRE.





# DEUXIÈME LISTE DE SOUCHES DE GERMES ENTOMOPATHOGÈNES

Stämme entomogener Pilze  
im Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft, Darmstadt.

VON

E. MÜLLER-KÖGLER

Nachstehend werden — in Fortsetzung einer ersten Liste, die in dieser Zeitschrift 4, 289, 1959 erschien — weitere inzwischen isolierte oder determinierte Pilzstämme angeführt. Sie wurden auch dem Centre de Collection de Types microbiens in Lausanne gemeldet. Die Stämme wurden vom Verfasser isoliert und, soweit nicht anders bemerkt, determiniert. Das verpilzte Material stammte meistens aus Deutschland, nur *Chilo suppressalis* aus Japan, *Kotochalia junodi* aus Afrika und *Thaumetopoea pityocampa* aus Italien. Allen, die durch Einsendung pilzbefallener Insekten zur Erweiterung unserer Stämmesammlung beitragen, sei auch hier gedankt.

ART	STAMM	WIRT	ISOLIERT AM
<i>Aspergillus flavus</i> LINK EX FR.	A.fl.5	<i>Phyllodromia germanica</i> L.	27-10-58 (1)
<i>Beauveria bassiana</i> (BALS.) VUILL.	B.b.8	<i>Chilo suppressalis</i> (WLK.)	11- 6-57
— — — —	B.b.9	<i>Tipula paludosa</i> MEIG.	24- 8-59
— — — —	B.b.10	<i>Euxoa segetum</i> SCHIFF.	31- 3-60
<i>Beauveria tenella</i> (DELACR.) SIEM.	B.t.7	<i>Melolontha</i> sp.	2- 7-60
— — — —	B.t.8	— —	28- 9-60
<i>Cephalosporium lecanii</i> ZIMM.	C.l.2	<i>Pristiphora abietina</i> CHRIST.	8-12-55 (2)
<i>Cephalosporium</i> sp.	C.sp.5	<i>Macrothylacia rubi</i> L.	10-12-57
<i>Cordyceps militaris</i> (FR.) LINK	C.m.2	<i>Tipula</i> sp.	1-11-55
<i>Isaria psychidae</i> POLE EVANS	I.psy.	<i>Kotochalia junodi</i> (HEYL.)	29- 8-58
<i>Metarrhizium anisopliae</i> (METSCH.) SOROK.	M.a.15	<i>Melolontha</i> sp.	7- 3-60
<i>Penicillium brevi-compactum</i> DI- ERCKX	P.br.-c.	<i>Malacosoma neustria</i> (L.)	15- 6-59 (1)
(Erreger von Wundinfektionen bei Raupen)			
<i>Pullularia pullulans</i> (DE BARY ET LÖW) BERKHOUT	Pu.pu.	<i>Tortrix viridana</i> L.	20- 5-59 (2)
(zahlreich in Raupen)			
<i>Spicaria fumoso-rosea</i> (WIZE) VAS- SILJEVSKY	Sp.f.-r.1	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> SCHIFF.	19- 4-58
<i>Spicaria fumoso-rosea</i> (WIZE) VAS- SILJEVSKY	Sp.f.-r.2	<i>Euxoa segetum</i> SCHIFF.	31- 3-60
<i>Spicaria heliothis</i> CHARLES	Sp.hel.	<i>Tipula paludosa</i> MEIG.	Juli 56 (3)

(1) Dankenswerterweise determiniert von Dr. C. R. BENJAMIN, Beltsville;

(2) von Frau Dr. M. B. SCHOL-SCHWARZ, Baarn;

(3) von Dr. G. SMITH, London.

Stämme entomogener Viren, Rickettsien und Bakterien  
im Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft, Darmstadt.

VON

A. KRIEG

Nachstehende Stämme von Mikroorganismen wurden aus kranken bzw. toten Insekten isoliert und stellen obligate bis fakultative Pathogene dar. Soweit sie von KRIEG isoliert wurden, ist das Datum (Jahr) angegeben, soweit sie uns von anderen Instituten zur Verfügung gestellt wurden, sind die Autoren genannt.

#### Viren :

ART	WIRT	DATUM O. AUTOREN
<i>Bergoldiavirus calyptra</i>	<i>Choristoneura murinana</i> (HBN.)	1954
<i>Borrelinavirus aporiae</i>	<i>Aporia crataegi</i> (L.)	1955
<i>Borrelinavirus bombycis</i>	<i>Bombyx mori</i> (L.)	1954
<i>Borrelinavirus euproctis</i>	<i>Euproctis chrysorrhoea</i> (L.)	1956
<i>Borrelinavirus hiberniae</i>	<i>Hibernia defoliaria</i> (L.)	1956
<i>Borrelinavirus reprimens</i>	<i>Lymantria dispar</i> (L.)	1953
<i>Birdiavirus diprionis</i>	<i>Neodiprion sertifer</i> (GEOFFR.)	1954
<i>Birdiavirus gilpiniae</i>	<i>Gilpinia hercyniae</i> (HTG.)	1959
<i>Birdiavirus spec.</i>	<i>Neodiprion lecontei</i> (FITCH)	1957
<i>Smithiavirus pudibundae</i>	<i>Dasychira pudibunda</i> (L.)	1954
<i>Smithiavirus spec.</i>	<i>Lymantria monacha</i> (L.)	1957
<i>Moratorvirus lamellicornium</i>	<i>Melolontha melolontha</i> (L.)	1955

#### Rickettsien :

<i>Rickettsiella melolonthae</i>	<i>Melolontha melolontha</i> (L.)	1954
----------------------------------	-----------------------------------	------

#### Bakterien :

<i>Bacillus popilliae</i> var. <i>fribourgensis</i>	<i>Melolontha melolontha</i> (L.)	HURPIN
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>	<i>Anagasta kühniella</i> (ZELL.) (N° 10)	MATTES
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>	<i>Anagasta kühniella</i> (ZELL.) (N° 11)	1956
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>	<i>Galleria mellonella</i> (L.) (N° 14)	1955
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>galleriae</i>	<i>Galleria mellonella</i> (L.) (N° 18)	ISAKOVA
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>dendrolimus</i>	<i>Dendrolimus sibiricus</i> (TSCHJEV.) (N° 19)	TALALAEV
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>sotto</i>	<i>Bombyx mori</i> L. (N° 01)	AOKI (?)
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>alesti</i>	<i>Bombyx mori</i> L. (N° 13)	TOUMANOFF U. VAG:
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>euxoae</i>	<i>Agrotis segetum</i> (SCHIFF.) (N° 16)	1956
<i>Bacillus entomocidus</i> var. <i>entomocidus</i>	<i>Aphomia gularis</i> ZELL.	STEINHAUS
<i>Bacillus cereus</i> var. <i>cereus</i>	<i>Melolontha spec.</i>	1955
<i>Bacillus cereus</i> var. <i>mycoides</i>	<i>Tipula paludosa</i> MEIG.	1956
<i>Bacillus megatherium</i>	<i>Melolontha spec.</i>	1955
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Galleria mellonella</i> (L.)	1955
<i>Serratia marcescens</i>	<i>Pieris brassicae</i> (L.) (N° 401)	1956
<i>Serratia marcescens</i>	<i>Barathra brassicae</i> (L.) (N° 402)	1959
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Locusta migratoria migratoroides</i> (L.)	1957
<i>Pseudomonas septica</i>	<i>Aporia crataegi</i> (L.)	LYSENKO

Collection de « Micro-organismes associés aux Invertébrés »  
du Laboratoire de Cytopathologie de Saint Christol.

Institut national de la Recherche agronomique de France  
Union internationale des Collections de types microbiens

Supplément à la première liste (*Entomophaga*, 4, 286-288)  
État du 31 octobre 1960.

PAR

C. VAGO

Bactéries

ESPÈCE	N° SOUCHE	HOTE ET LOCALITÉ	DATE
<i>Bacillus subtilis</i> COHN.	780	<i>Earias insulana</i> (Maroc)	1959
<i>Bacillus cereus</i> FR. FR.	773	<i>Culex</i> sp. (Sète, F.)	1959
<i>Bacillus cereus</i> ( <i>thuringiensis</i> ) souche Anduze.	239	poussière (Anduze, F.)	1952
<i>Bacillus thuringiensis</i> souche Cicadelle.	115	<i>Cicada plebeia</i> scop. (Alès, F.)	1951
<i>Bacillus thuringiensis</i> souche « Laragne »	300	<i>Bombyx mori</i> L. (Laragne, F.)	1953
<i>Bacillus</i> larvae WHITE.	117	<i>Apis mellifica</i> L. (Cameroun)	1953
<i>Bacillus orpheus</i> WHITE.	117	<i>Apis mellifica</i> L. (Congo belge)	1951
<i>Serratia marcescens</i> BIZIO.	463	<i>Gnorimoschema operculella</i> ZELL. (Antibes, F)	1959
<i>Serratia marcescens</i> BIZIO.	786	<i>Sesamia</i> sp. (Corse, F.)	1959
— —	655	<i>Blabera fusca</i> HMPSL. (Abidjan)	1958
— —	786	<i>Sesamia cretica</i> LD. (St. Christol, F.)	1959
<i>Pseudomonas fluorescens</i> MIG.	787	<i>Pieris brassicae</i> L. (Nîmes, F.)	1960
— —	123	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> SAY (Antibes, F.)	1959
— —	123	<i>Rhizotrogus solstitialis</i> L. (Bretagne, F)	1951

Champignons

<i>Fusarium coeruleum</i> (LIB.) SACC.	118	<i>Melolontha melolontha</i> L. (Colmar, F.)	1951
<i>Fusarium moniliforme</i> (SCHELD), var. minus	661	<i>Euproctis</i> sp. (Ile du Levant, F.)	1956

Virus

<i>Bergoldiavirus</i>	332	<i>Pieris rapae</i> L. (Versailles, F.)	1954
<i>Borrelinavirus</i>	680	<i>Galleria mellonella</i> L. (Nîmes, F.)	1958
—	809	<i>Tineola biselliella</i> HUMM. (Le Bouchet, F.)	1960
—	814	<i>Catocala</i> sp. (Madrid, E.)	1960
—	775	<i>Philosamia cinthia</i> DRURY. (St. Christol, F.)	1959
—	776	<i>Philosamia cinthia</i> (Versailles, F.)	1959
<i>Smithiavirus</i>	802	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> SCH. (Ventoux, F.)	1959
—	782	<i>Antherea mylitta</i> DRURY. (Alès, F.)	1959
<i>Rickettsiella</i> sp.	739	<i>M. melolontha</i> L. (Fontainebleau, F.)	1958
—	766	— (Le Vigan, F.)	1959





## ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

---

**HERTING, B. : Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen *Dipt., Tachinidae*. — *Monographien zur angewandten Entomologie* Nr. 16, Verlag Parey, Hamburg und Berlin, 188 S., 1960 (mit 12 Abbildungen). 32. — DM.**

Seitdem vor 40 Jahren W. BAER in Tharandt sein bekanntes Buch über die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten schrieb, hat sich unsere Kenntnis über die westpaläarktischen Vertreter dieser wichtigen Gruppe der « Raupenfliegen » um vieles vermehrt, ohne dass es bisher eine neue Gesamtdarstellung gab. Den jetzigen Stand des Wissens fasst nun die neue Monographie von HERTING in ausgezeichneter Weise zusammen. In einem illustrierten allgemeinen Teil (27 S.) geht der Verfasser auf den weiblichen Reproduktionsapparat und die Entwicklungsstadien, die Eiablage, das Leben der Parasitenlarve und der Imago, die Wirtsspezifität und Wirtswahl sowie auf die natürlichen Feinde der Tachinen ein. Daran schliesst sich ein umfangreicher spezieller Teil über die Biologie westpaläarktischer Tachinen-Arten an (113 S.). In ihm werden die Unterfamilien der *Exoristinae*, *Echinomyiinae*, *Dexiinae* und *Phasiinae* abgehandelt, wobei für jede der 403 erwähnten Arten die wichtigsten Synonyme, die geographische Verbreitung, die Flugzeit, der Wirtskreis und, soweit bekannt, nähere Daten über ihre Lebensweise angegeben werden. Obwohl eine Bestimmungstabelle in diesem mehr biologisch ausgerichteten Werk nicht enthalten ist, sind doch charakteristische Hinweise auf die Morphologie der Puparien und Imagines eingearbeitet, die oft zur Vorbestimmung vor allem bei spezialisierten Arten mit beschränktem Wirtskreis ausreichen dürften. Den Abschluss bildet ein systematisches Verzeichnis der Wirte mit ihren Parasiten, ein reichhaltiges Literaturverzeichnis und ein Namensregister.

Besonders dankbar werden es alle Benutzer dieses gerade in der angewandten-entomologischen Forschung so wichtigen Buches begrüßen, dass sich der Verfasser die Mühe gemacht hat, einen grossen (gekennzeichneten) Teil der bisher von älteren Quellen übernommenen Wirtsangaben und Bestimmungen zu überprüfen und — soweit notwendig — zu berichtigen. Die weitere biologisch-ökologische Erforschung der Raupenfliegen ist durch die auch drucktechnisch ansprechende Veröffentlichung wesentlich erleichtert worden und es ist zu hoffen, dass sich dies in einer verstärkten Bearbeitung all der vielen noch ungelösten Fragen auswirken wird, auf die der Verfasser immer wieder hinweist.

J. M. FRANZ.

## ERRATA

in *Entomophaga*, 5 (3), 1960.

### VERSUCHE ZUR BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG DES APFELWICKLERS *CARPOCAPSA POMONELLA* (L.) DURCH EIPARASITEN DER GATTUNG *TRICHOGRAMMA*

VON

W. STEIN (\*)

---

- S. 240, letzte Zeile : statt « Taet gwa » lies « Tag etwa ».
- S. 244 : 4. + 5. Zeile streichen.
- S. 246, 5. Zeile von unten : statt « herabstezen » lies « herabsetzen ».
- S. 249, Tab. 2, unter Versuchsgarten C, w-*Trichogramma*, Gesamt-  
obst, kontrollierte Früchte : statt « 9701 » lies « 970 ».
- S. 253, Absatz 3, Zeile 13 : der Punkt hinter Literaturangaben ist  
zu streichen.
- S. 253, 6. Zeile von unten : statt « rund 1 Tagen » lies « rund 10  
Tagen ».
- S. 253, 5. Zeile von unten : statt « durchshnittlich » lies « durchschnitt-  
lich ».

(\*) Le secrétariat de la revue exprime à l'auteur ses regrets pour les erreurs relevées ici, dont quelques-unes altèrent le sens de certaines phrases.

# TABLE DES MATIÈRES DU TOME V

## (1960)

---

### Mémoires originaux.

BENASSY, C. & H. BIANCHI.	
Sur l'écologie de <i>Prospaltella perniciosi</i> TOWER ( <i>Hym. Aphelinidae</i> ), parasite spécifique importé de <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> COMST. ( <i>Hom. Diaspidinae</i> ).....	165
BRUNS, H.	
Über die Beziehungen zwischen Waldvögeln und Waldameisen.	77
CHANT, D. A. & C. ATHIAS-HENRIOT.	
The Genus <i>Phytoseius</i> RIBAGA, 1902 ( <i>Acarina: Phytoseiidae</i> ).	213
CHANT, D. A. & C. A. FLESCNER.	
Some observations on the ecology of Phytoseiid mites ( <i>Acarina: Phytoseiidae</i> ) in California.....	131
CLARIDGE, M. F. & R. R. ASKEW.	
Sibling species in the <i>Eurytoma rosae</i> group ( <i>Hym. Eurytomidae</i> )	141
FLANDERS, S. E. & W. QUEDNAU.	
Taxonomy of the genus <i>Trichogramma</i> ( <i>Hym. Chalcidoidea, Trichogrammatidae</i> ) .....	285
FRANZ, J. & A. SZMIDT.	
Beobachtungen beim Züchten von <i>Perillus bioculatus</i> (FABR.) ( <i>Heteropt. Pentatomidae</i> ), einem aus Nordamerika importierten Räuber des Kartoffelkäfers .....	87
GÖSSWALD, K. & W. KLOFT.	
Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen an Waldameisen.	33
GÖSSWALD, K. & G. SCHMIDT.	
Neue Wege zur Unterscheidung der Waldameisenformen ( <i>Hymenoptera, Formicidae</i> ).....	13

## KLOFT, W.

- Die Trophobiose zwischen Waldameisen und Pflanzenläusen  
mit Untersuchungen über die Wechselwirkungen  
zwischen Pflanzenläusen und Pflanzengewebe..... 43

## LANGE, R.

- Die systematischen Grundlagen der Waldameisenvermehrung  
in Deutschland..... 81

## MÜLLER, H.

- Der Honigtau als Nahrung der hügelbauenden Waldameisen. 55

## PAVAN, M.

- Introduction ..... 9

## ROMANYK, N. &amp; A. RUPEREZ.

- Principales parasitos observados en los defoliadores de Espana  
con atencion particular de la *Lymantria dispar*..... 229

## STEIN, W.

- Versuche zur biologischen Bekämpfung des Apfelwicklers  
*Carpocapsa pomonella* (L.) durch Eiparasiten der  
Gattung *Trichogramma*..... 237
- Errata ..... 360

## SZMIDT, A.

- Beiträge zur Biologie von *Dirhicnus alboannulatus* RATZ.  
(Hym. Chalcididae) als Grundlage einer Massenzucht  
für die biologische Bekämpfung..... 155

## VAGO, C. &amp; O. CROISSANT.

- Étude au microscope électronique de la pathogénèse intra-  
cellulaire rickettsienne chez *Melolontha melolontha* L... 271

## WILBERT, H.

- Apanteles pieridis* (BOUCHE) (Hym. Braconidae) ein Parasit  
von *Aporia crataegi* (L.) (Lep. Pieridae)..... 183

## WYLIE, H. G.

- Insect parasites of the Winter Moth, *Operophtera brumata* (L.)  
(Lepidoptera: Geometridae) in Western Europe..... 111

## Documentation.

- Bibliographie über biologische Bekämpfung V (von J. M. FRANZ).. 295
- Liste d'identification n° 3..... 337
- Deuxième liste de souches de germes entomopathogènes :
- Pilze von E. MÜLLER-KÖGLER..... 355
- Viren, Rickettsien und Bakterien von A. KRIEG..... 356
- Bactéries, champignons, virus par C. VAGO..... 357
- Analyse bibliographique : B. HERTING, 1960 ..... 359



## Session du Bureau exécutif de la C. I. L. B. (Bonn, octobre 1960)... 261

Groupe de travail « Populationsdynamik und biologische Bekämpfung des Kartoffelkäfers » (1959).....	3
(1960).....	265

Groupe de travail « Pou de San José » .....	5
---	---

Groupe de travail « Défoliateurs forestiers méditerranéens », 263

Groupe de travail « Taxonomique ».....	264
--	-----

## Troisième conférence F. A. O. sur le Sunn Pest..... 7

Colloque Franco-Italien sur les Insectes des Peupliers (Turin,  
22-25 avril 1960)..... 267

X<sup>o</sup> Congrès international pour la quarantaine et la protection  
des plantes (Bucarest, 16-29 septembre 1960)..... 268

Mission G. REMAUDIÈRE au Moyen-Orient..... 6

Mission P. GRISON en République centrafricaine sur la lutte  
biologique contre les Epicampoptères..... 269

ACHEVÉ D'IMPRIMER  
SUR LES PRESSES DE  
L'IMPRIMERIE NOUVELLE  
53, QUAI DE LA SEINE, PARIS  
LE 31 DÉCEMBRE 1960  
N° 1104-1960

LE FRANÇOIS - PARIS  
(C. O. L. 15-02-17)